

Д-ръ Густавъ Лебонъ.

Эволюція матеріи.

Переводъ съ 12-го французскаго
изданія съ предисловіемъ.

ИНЖЕНЕРА

Б. С. Бычковаго.

ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ,
исправленное и дополненное,
съ многочис. рисунками.

Изданіе М. И. Семенова
Петербургъ. 1914 г.

758
Д-ръ Густавъ Лебонъ.

1175
646

Эволюція матеріи.

Ничто не создается. Все теряется.

Интра-атомная энергія, освобождающаяся при дематеріализаціи матеріи, начало большинства силъ міра.

Переводъ съ 12-го французскаго изданія съ предисловіемъ.

ИНЖЕНЕРА

Б. С. Бычковскаго.

ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ.

Съ многочисленными рисунками.

С.-Петербургъ.

Изданіе М. И. Семенова.

11 Кн



34604-43

==== ТИПОГРАФИЯ =====
== „ПЕЧАТНЫЙ ТРУДЪ“ ==
СПБ., ПРАЧЕШНЫЙ ПЕР., 4.

О Г Л А В Л Е Н І Е.

	Стр.
Предисловіе переводчика	1—28
Предисловіе автора	1
Введеніе	3

Ч А С Т Ъ П Е Р В А Я.

КНИГА ПЕРВАЯ.

Глава первая.—Теорія интра-атомной энергіи и разсѣиванія матеріи	6
Глава вторая.—Историческій очеркъ открытія диссоціаціи матеріи и интра-атомной энергіи	15

КНИГА ВТОРАЯ.

Интра-атомная энергія и силы, отъ нея происходящія.

Глава первая.—Интра-атомная энергія. Ея величина	26
Глава вторая.—Превращеніе матеріи въ энергію	37
Глава третья.—Силы, происходящія отъ интра-атомной энергіи: молекулярныя силы, электричество, солнечная теплота и т. д.	42
Глава четвертая.—Возраженія противъ теоріи интра-атомной энергіи	47

КНИГА ТРЕТЬЯ.

М і р ъ н е в ѣ с о м ы й.

Глава первая.—Классическое раздѣленіе между вѣсомымъ и невѣсомымъ мірами. Существуетъ ли промежуточный міръ между матеріею и эфиромъ	57
Глава вторая.—Нематеріальная основа міра—эфиръ	61
Глава третья.—Различныя формы равновѣсія въ эфирѣ	65

КНИГА ЧЕТВЕРТАЯ.

Дематеріализація матеріи.

Глава первая.—Различныя толкованія опытовъ, обнаруживающихъ явленія диссоціаціи матеріи	71
Глава вторая.—Продукты дематеріализаціи матеріи: іоны, электроны, катодные лучи и т. д.	78
Глава третья.—Дематеріализація сильно радиоактивныхъ тѣлъ: уранъ, торій, радій и т. д.	89
Глава четвертая.—Дематеріализація обыкновенныхъ тѣлъ подъ различными вліяніями: подъ вліяніемъ свѣта, химическихъ реакцій, теплоты и т. д.	100
Глава пятая.—Искусственныя равновѣсія элементовъ, происходящихъ отъ дематеріализаціи матеріи	109
Глава шестая.—Какимъ образомъ матерія, несмотря на свою устойчивость, можетъ распасться? Можно ли съ увѣренностью утверждать, что радій существуетъ	115

Промежуточный міръ между матеріею и эфиромъ.

Стр.

Глава первая.—Свойства субстанцій, промежуточных между матеріею и эфиромъ	126
Глава вторая.—Электричество, рассматриваемое какъ полуматеріальная субстанція, порождаемая дематеріализаціею матеріи	132
Глава третья.—Сравненіе свойствъ электрической жидкости и матеріальныхъ жидкостей	143
Глава четвертая.—Движеніе электрическихъ частицъ. Современная теорія электричества	147

КНИГА ШЕСТАЯ.

Глава первая.—Устройство матеріи. Силы, поддерживающія матеріальныя строенія	153
Глава вторая.—Подвижность и чувствительность матеріи. Измѣненія матеріальныхъ равновѣсій подѣ влияніемъ измѣненія среды	166
Глава третья.—Различныя формы матеріи. Газообразное состояніе, жидкое, твердое и кристаллическое состояніе	170
Глава четвертая.—Единство состава простыхъ тѣлъ	176
Глава пятая.—Измѣняемость химическихъ элементовъ	183
Глава шестая.—Химическія равновѣсія матеріальныхъ элементовъ	191
Глава седьмая.—Интра-атомная химія и неизвѣстныя намъ равновѣсія матеріи	196
Глава восьмая.—Возникновеніе, эволюція и конецъ матеріи	203

ЧАСТЬ ВТОРАЯ.

Экспериментальныя изслѣдованія автора.

Глава первая. Общіе методы изслѣдованія, позволяющіе констатировать диссоціацію матеріи	213
Глава вторая. Методы наблюденія, употребляющіеся для изслѣдованія дематеріализаціи тѣлъ отъ свѣта	220
Глава третья. Опыты надѣ дематеріализаціею матерій въ различныхъ областяхъ спектра	226
Глава четвертая. Опыты, дающіе возможность дѣлать радиоактивными нерадиоактивныя тѣла	240
Глава пятая. Опыты надѣ такъ называемой отрицательной потерей заряда тѣлъ, наэлектризованныхъ подѣ влияніемъ свѣта	242
Глава шестая. Опыты надѣ дематеріализаціею матеріи при горѣніи	254
Глава седьмая. Опыты надѣ дематеріализаціею матеріи отъ химическихъ реакцій	258
Глава восьмая. Опыты, обнаруживающіе причины дематеріализаціи тѣлъ произвольно радиоактивныхъ	263
Глава девятая. Опыты надѣ диссоціаціею атомовъ газообразныхъ тѣлъ	266
Глава десятая. Опыты надѣ произвольной диссоціаціею матеріи и надѣ присутствіемъ у всѣхъ тѣлъ эманаций, сходной съ эманациею радиоактивныхъ тѣлъ	269
Глава одиннадцатая. Опыты, обнаруживающіе отсутствіе радиоактивности у тѣлъ, просто раздробленныхъ	272
Глава двѣнадцатая. Опыты, обнаруживающіе измѣняемость химическихъ элементовъ	273
Глава тринадцатая. Опыты надѣ проходомъ черезъ матеріальныя препятствія элементовъ, происходящихъ отъ дематеріализаціи матеріи	281

ПРЕДИСЛОВІЕ ПЕРЕВОДЧИКА.

I.

Современная научная мысль отличается рѣзкой революціонной настроенностью. Она возстаетъ противъ укоренившихся въ наукѣ догмъ, отвергаетъ отжившія доктрины и требуетъ критическаго пересмотра нѣкоторыхъ основныхъ своихъ принциповъ. На ряду съ этимъ мы замѣчаемъ процессъ сближенія науки съ философіей. Наука, въ лицѣ лучшихъ своихъ представителей, начинаетъ признавать заслуги за опредѣленными философскими теченіями. Она стремится, въ силу этого, координировать, пополнять свою работу изслѣдованія творчествомъ философской мысли, ясно осознавшей свою цѣль и свои задачи. Мы присутствуемъ, такимъ образомъ, при очень интересномъ и сложномъ историческомъ процессѣ. Съ одной стороны, наука расширяетъ свои рамки. Она рвется изъ узкихъ предѣловъ частнаго, раздробленнаго изслѣдованія явленій природы, въ которыя она была поставлена естественнымъ ходомъ прогресса знанія. Она ищетъ единства, синтеза и отчасти его находитъ въ трудахъ философовъ. Съ другой стороны, философія постепенно освобождается отъ хаоса и путаницы метафизическихъ спекуляцій. Она спускается съ высотъ абстрактнаго мышленія, гдѣ свободно и безплодно работала ея мысль. Она начинаетъ сознавать, что ея цѣль—это, какъ принято теперь выражаться, мыслить науку, помогать ей въ ея сложной работѣ раскрытія и освѣщенія тайнъ міра.

„Наука и философія, —говоритъ Лебонъ—когда-то столь различныя, стремятся къ окончательному сліянію, скоро онѣ сольются въ одну область человѣческаго знанія“.

Было время, когда наука и философія не отдѣлялись другъ отъ друга. Въ древней Греціи онѣ дѣйствительно со-

ставляли одну область знанія. Философы владѣли всей совокупностью научныхъ знаній своей эпохи, ученые были лучшими философами. Одни и тѣ же мыслители работали какъ въ области изслѣдованія частныхъ явленій природы, такъ и въ области исканія мірового единства и мірового порядка.

Фалесъ Милетскій трудится надъ научнымъ разрѣшеніемъ вопроса о предсказаніи затмения, онъ же ищетъ существо, лежащее въ основѣ міра, являющееся субстратомъ всѣхъ вещей.

Пифагоръ, Платонъ, Евклидъ, Архимедъ и др. были лучшими математиками и физиками своего времени. Но Пифагоръ и его ученики ищутъ правящаго міромъ принципа. Они проникнуты идеею законмѣрности, господствующей въ вещахъ, проявляющейся въ многообразіи явленій. Чисто научныя наблюденія за правильнымъ ходомъ небесныхъ свѣтилъ приводятъ ихъ къ признанію того, что міровой порядокъ выражается въ господствѣ чиселъ. Атомы Демокрита и эпикурейцевъ, идеи Платона, понятія Аристотеля, все это продукты чисто философской работы мысли, порывавшейся добраться до высотъ абсолютнаго познания вещей.

Съ побѣдой христіанства надъ другими религіозными направленіями общеніе между наукой и философіею становится менѣе тѣснымъ. Но періодъ между закатомъ античной философій и началомъ новой философій лежитъ вообще, по словамъ Вундта, „въ исторіи философій и относится къ исторіи образованія и развитія христіанской догматики“¹⁾.

Въ эпоху Возрожденія устанавливается полное единство между наукой и философіею. Этому въ сильной степени способствуютъ новая система міра Коперника, физическія изслѣдованія Стевина, Галилея, Кеплера, Гильберта, развитіе математическихъ наукъ, возродившійся эмпиризмъ и картезіанскій методъ²⁾.

Бэконъ, Декартъ, Тома Гоббсъ, Петеръ Гассенди, Лейбницъ и другіе властвуютъ надъ философской и научной мыслью въ теченіе XVI и XVII столѣтій.

¹⁾ Вундтъ. Введеніе въ философію, русскій переводъ подъ редакцію Радлова, стр. 100.

²⁾ См. Ланге. Исторія матеріализма.

Правда, въ это время научныя изслѣдованія мало-помалу начинаютъ отдѣляться отъ философскихъ изслѣдованій. Отдѣльные факты все болѣе и болѣе приковываютъ къ себѣ вниманіе изслѣдователя. Наука дѣлаетъ первые вѣрные шаги по пути завоеванія силъ природы, она раскрываетъ отдѣльныя ея тайны и заставляетъ ученаго напрячь все вниманіе въ сторону единичныхъ явленій міра. Слишкомъ кропотлива работа, слишкомъ мало еще опыта, неусовершенствованы еще примитивныя средства изслѣдованія.

Приходится волей-неволей отказаться отъ попытки строить общія и законченныя теоріи знанія. На сцену выступаетъ раздѣленіе труда между философіею и наукой. Но это раздѣленіе труда ведется въ смыслѣ полнаго сотрудничества и согласованности мысли. Философія внимательно слѣдитъ за умѣхами науки. Она не удаляется отъ науки, а, напротивъ, все больше къ ней привязывается, ибо она ясно сознаетъ, что обобщеніе и синтезъ не должны быть плодомъ игры фантазіи и пустословныхъ умствованій, а должны всецѣло опираться на результатахъ, добытыхъ частными изслѣдованіями.

Въ началѣ XIX столѣтія картина начинаетъ мѣняться. Нарастаетъ отчужденіе между наукой и философіею. Оно заканчивается полнымъ разрывомъ почти въ продолженіе всего XIX столѣтія. Ученые начинаютъ относиться съ презрѣніемъ къ философіи, а философы отстраняются отъ науки. „Причины этой исторической уродливости,—говоритъ Abel Rey,—очень сложны. Позитивизмъ Конта, имѣвшій во многихъ отношеніяхъ очень благотворное вліяніе, косвенно и отчасти за это отвѣтственъ. Онъ, конечно, не отдѣлилъ философій отъ науки. Напротивъ, онъ ихъ сблизилъ почти до полнаго ихъ отождествленія. Но его теорія объ относительности нашихъ знаній, отсылая къ метафизикѣ всякій вопросъ о происхожденіи вещей, зсякую попытку абсолютнаго объясненія, несмотря на ея полнѣе отрицательное отношеніе къ метафизикѣ, вызвала тѣмъ не менѣе иллюзію, что истиннаго объясненія вещей слѣдуетъ искать внѣ рамокъ научныхъ изслѣдованій“¹⁾.

¹⁾ Abel Rey. La Philosophie Moderne, стр. 21.

Болѣ важную причину разрыва между наукой и философіей французскій мыслитель видитъ въ направленіи, данномъ Кантомъ нѣмецкой метафизикѣ. Кантъ хотя относится съ большимъ уваженіемъ къ эмпирическимъ наукамъ своего времени — онъ увлекается математикой и прекрасно знаетъ механику Ньютона,—но онъ „влюбленъ въ метафизику, хотя рѣдко можетъ похвалиться знаками милости съ ея стороны“¹⁾.

Въ самомъ раннемъ своемъ трудѣ въ „Мысляхъ объ истинномъ измѣреніи живыхъ силъ“ (1746-го года) Кантъ упорно защищаетъ взглядъ, что „самые первые источники дѣйствій природы должны быть все-таки предметомъ метафизики“. Кантъ сознаетъ, что это „будетъ не по вкусу те-перешнимъ естествовѣдамъ“²⁾.

Въ сочиненіяхъ Канта, относящихся къ 60 и 70 гг., философъ, правда, становится въ оппозицію къ метафизикѣ. Она „бездонная пропасть, мрачный безбрежный океанъ безъ маяковъ, пишетъ онъ въ своемъ сочиненіи: „Единственно возможное основаніе для доказательства бытія Бжія“ (1762). Въ „Грезахъ духовидца, поясненныхъ грезами метафизика“, Кантъ явно высмѣиваетъ метафизику. Она для него—*царство тьней*. „Одинъ священный Римъ имѣетъ тамъ богатыя провинціи: двѣ короны невидимаго царства поддерживаютъ третью, какъ слабую діадему его земного величія, и ключи, открывающіе врата загробнаго міра, симпатически открываютъ въ то же время ящики земного міра“³⁾.

Критика Чистаго Разума вся проникнута духомъ современной математики и Ньютоновской физики. Но въ этомъ гениальнѣйшемъ твореніи человѣческой мысли глубоко заложены слѣды сомнѣнія въ мощи этой мысли, въ ея способности познавать сущность вещей. „Надъ нашимъ познаніемъ и внѣ нашего познанія (это самое важное) моральная интуиція позволяетъ строить метафизику. Эта метафизика даетъ начало новой философіи примата дѣйствія“ (Abel Rey).

Кантъ, такимъ образомъ, возстановляетъ права метафизики. Онъ началъ съ ея критики и закончилъ признаніемъ

1) К. Фишеръ, стр. 274. Грезы духовидца, томъ III, стр. 105.

2) Цитирую по Щербинѣ: Ученіе Канта о вещи въ себѣ.

3) Цитирую по Щербинѣ: Ученіе Канта о вещи въ себѣ.

ея правъ въ области трансцендентальнаго и трансцендентнаго міра.

Въ философію вливається антиинтелектуальный и мистическій потокъ, и она порываетъ всякую связь съ наукой.

А наука между тѣмъ идетъ отъ побѣды къ побѣдѣ. Она вырываетъ у природы все новыя тайны. Она открываетъ въ окружающемъ насъ мірѣ могучія силы и предоставляетъ ихъ въ распоряженіе человѣка. Механика, физика, химія, однимъ словомъ, естественныя науки дѣлають въ короткое время рѣдкіе и поражающіе успѣхи. Это ободряетъ, приподнимаетъ и закаляетъ научную мысль. Она становится смѣлѣе, шире, глубже и независимѣе. Увѣренная, удовлетворенная, она имѣетъ полное основаніе гордиться своей мощью, своимъ блескомъ.

По временамъ она навѣщаетъ свою старую союзницу—философію. Она доказываетъ ей всю хрупкость ея догмъ, путаницу ея понятій и бесплодность ея исканій. Но философія упорствуетъ. Она отвѣчаетъ наукѣ, что она не можетъ ограничиться относительнымъ знаніемъ. Она ищетъ абсолютнаго, вѣчнаго, вотъ почему она полагаетъ, что область ея изслѣдованій выше области изслѣдованій науки. Оторвавшись отъ міра эмпирическаго, очутившись на высотахъ метафизическаго мышленія, она строитъ теоріи за теоріями, наполняетъ міръ разными субстанціями, красиво обозначая ихъ именами Мірового Духа, Воли, Безсознательнаго и т. д.

Эти пустые звуки, на песокъ покоющіяся формулы еще больше озлобляютъ науку противъ философіи, и она совершенно отъ нея отрещивается.

Разрывъ между наукой и философіею, однако, сильно повредилъ самой наукѣ. Правда, наука не могла согласовать свою работу съ новымъ отрицательнымъ творчествомъ философіи. Но она должна была оставаться вѣрной завѣтамъ своихъ великихъ родоначальниковъ. Духъ частнаго изслѣдованія слишкомъ заполонилъ ее. Ученый сталъ превращаться въ простого статистика, отмѣчающаго наличность обнаруженнаго факта внѣ связи съ другими явленіями. Исчезъ изъ науки духъ синтеза, когда-то наполнявшій философію.

Къ чести науки слѣдуетъ отмѣтить, что она скоро почувствовала это отсутствіе единства въ своей работѣ и по-

спѣшила исправить свою ошибку. „Въ исторіи науки есть періоды,—говорить Риль,—когда преобладаетъ тотъ или другой интересъ (синтетическій или аналитическій).

За временами аналитическаго изслѣдованія подробностей идутъ времена соединенія результатовъ изслѣдованія, вывода общихъ началъ, или принциповъ... Можно однако жъ предпочтительно аналитическіе періоды въ исторіи наукъ отличить, какъ эмпирическіе, отъ синтетическихъ, какъ индуктивно-дедуктивныхъ. Если первые характеризуются неутомимымъ, часто даже безцѣльнымъ собираніемъ фактовъ и такими опытами, которые предпринимаются безъ всякой руководящей мысли, то вторые отличаются стремленіемъ къ объединительнымъ, упрощеннымъ взглядамъ, къ обобщенію индуктивныхъ объясненій, короче сказать, философскимъ своимъ духомъ“ ¹⁾.

Переживаемый теперь наукой періодъ, безъ сомнѣнія, строго синтетическій. Основныя теченія въ біологін, сведеніе всѣхъ формъ жизни къ строгому единству, объясненіе органическихъ процессовъ изъ всеобщихъ законовъ жизни матеріи, синтезъ психологическихъ и фізіологическихъ явленій, наконецъ, переворотъ, произведенный въ физикѣ и химіи вопросомъ о радиоактивности—все это указываетъ на стремленіе научной мысли оплодотвориться творчествомъ философскаго духа. „Вѣдь философія, въ самомъ общемъ смыслѣ слова, по которому она составляетъ одно и сознаетъ себя за одно съ возможно полнымъ научнымъ видѣніемъ, есть и по духу и по приѣмамъ синтезъ въ наукѣ“ ²⁾.

Философія, порвавшая съ наукой, тоже не могла долго сохранить свое метафизическое цѣломудріе. Ея приверженцы, а иногда ея жрецы, стали соблазняться наукой. За соблазномъ послѣдовала измѣна. Напрасно отцы метафизической церкви прибѣгали къ репрессивнымъ мѣрамъ вплоть до отлученія. Трудно было устоять противъ чаръ науки, тѣмъ болѣе, „что метафизическая система всегда только обѣщаетъ и не выполняетъ никогда, чего ей хочется, и то, что ей не

¹⁾ Риль. Теорія Науки и Метафизики. Переводъ Е. Корша, стр. 100.

²⁾ Ibid., стр. 100.

подъ силу, то дѣйствительно достигается постройкой научныхъ системъ“ (Риль). Отколовшіеся отъ метафизики мыслители стали искать новыхъ формъ творчества. Мысль ихъ долго блуждала, она переживала переходный періодъ. Съ одной стороны надъ ней еще витали старые призраки. Тѣни метафизическаго царства ее сильно беспокоили. Съ другой стороны, наука предложила свое гостепріимство только цѣной полного отреченія отъ старыхъ привычекъ и склонностей, укоренившихся отъ долгаго общенія съ метафизикой.

Послѣ долгихъ шатаній и блужданій философія, наконецъ, раздѣлилась на двѣ группы.

Къ первой группѣ принадлежатъ философы, оставшіеся вѣрными метафизикѣ. Это—„любители философской алхиміи, все еще ищущіе камня мудрецовъ, какого-то единственнаго мірообъяснительнаго порядка“ (Риль). Съ каждымъ днемъ убываетъ ихъ значеніе. Ихъ не удовлетворяетъ научный методъ. Онъ не въ состояніи давать отвѣты на запросы ихъ сердца, ищущаго мистически-религіознаго общенія съ міромъ. Онъ также безуменъ удержатъ въ своихъ рамкахъ эмпирическаго изслѣдованія ихъ разумъ, требующій абсолютнаго и законченнаго познанія непознаваемаго. Съ ними наука не имѣетъ и не можетъ имѣть ничего общаго. Мало общаго также имѣютъ съ наукой современныя прагматическія теченія, стремящіяся, по словамъ Реу'я, использовать науку для цѣлей, лежащихъ внѣ, а иногда противъ науки.

Ко второй группѣ, напротивъ, принадлежатъ философы, тѣсно сплотившіеся вокругъ науки. Ихъ девизъ, какъ мы уже это отмѣтили, „мыслить науку“, углублять, обобщать и синтезировать ее. Внѣ науки нѣтъ и не можетъ быть для нихъ истиннаго знанія. Они глубоко вѣрятъ въ силу научнаго метода, ибо все, что добыто великаго, сильнаго по пути прогресса, все это обязано этому методу. Правда, наука намъ пока ничего не сказала о сущности вещей, объ основѣ міроустройства. „Она еще не зажгла свѣточа, способнаго освѣщать тайны, окружающія наше прошлое и скрывающія наше будущее. Но въ эту темную ночь она, тѣмъ не менѣе, способна направлять *нѣкоторые лучи свѣта*“¹⁾.

¹⁾ Лебонъ. „Зарожденіе и исчезновеніе матеріи“.

Переводъ Бычковаго.

Надежды „философовъ-ученыхъ“ на науку еще тѣмъ сильнѣе, что наука только что вышла изъ младенческаго своего періода, „изъ мрака, предшествовавшаго ея появленію“. А между тѣмъ, какъ громадны ея успѣхи, особенно если сравнить ихъ съ тѣмъ, что дала человѣчеству метафизика за тысячелѣтія своего существованія. Наука не только не выполнила своихъ обѣщаній, она даже пошла дальше, сдѣлала больше, чѣмъ обѣщала. Она уже стумѣла отвѣтить на такіе вопросы, на которые, казалось она безсильна давать отвѣты. Она открыла цѣлыя области, считавшіяся недоступными эмпирическому познанію, она забрала въ свои руки цѣлыя вѣдомства, гдѣ когда то сидѣли въ мистическомъ уединеніи метафизики, пріобщаясь къ тайнамъ трансцендентныхъ міровъ и воскуряя ниміамъ своимъ богамъ...

Не говорить ли это въ пользу того, что мы не можемъ поставить предѣлы творчеству науки? Восходя отъ простаго къ сложному, отъ частнаго къ общему, она, пожалуй, доберется до вершинъ, на которыхъ жутко было даже самымъ смѣлымъ метафизикамъ.

Правда, та же научная мысль, которая открываетъ въ вещахъ все новыя свойства, усложняетъ картину міра. Тѣмъ въ большей степени выступаетъ потребность въ единствѣ. Но почему патентъ на исканіе единства и гармоніи непременно долженъ быть въ рукахъ метафизиковъ? Кто имъ его вручилъ? Развѣ признаніе науки, что есть вопросы, на которые она никогда не сможетъ отвѣчать? Вѣдь это тѣмъ болѣе подходитъ къ метафизикамъ, ибо ихъ завоеванія въ прошломъ, скромно выражаясь, такъ слабы, что о будущихъ побѣдахъ могутъ говорить только люди, находящіеся въ непосредственномъ общеніи съ Богомъ, Разумомъ, Міромъ, Дьяволомъ и т. д.

Философы изъ лагеря науки, какъ люди скромные и независтливые, предоставляютъ блага высшаго общенія съ міромъ избранныкамъ, удостоившимся милостей метафизики. Они довольствуются своимъ удѣломъ и своимъ назначеніемъ возможно ближе, возможно тѣснѣ слиться съ наукой.

Итакъ, мы можемъ формулировать основныя различія между научной или ненаучной или метафизической философіей, въ слѣдующихъ словахъ. Метафизическая философія

во всѣхъ своихъ проявленіяхъ исходитъ изъ разума, какъ начала и основы вещей. Разумъ, съ точки зрѣнія спиритуалистической, раскрываетъ намъ тайны того дѣйствительнаго и высшаго бытія, несовершеннымъ проявленіемъ котораго представляетъ собою міръ эмпирическій. Съ точки зрѣнія идеалистической разумъ—единственная реальность, внѣ которой нѣтъ и не можетъ быть ничего. Окружающій насъ міръ, потоки быстро смѣняющихся другъ друга явленій, все это творится разумомъ. Всевластный самодержецъ міровъ, онъ группируетъ явленія въ опредѣленные категоріи, оцѣниваетъ ихъ съ точки зрѣнія опредѣленныхъ нормъ.

Основная черта всякой метафизической системы, независимо отъ отдѣльных ея направлений, это—крайній субъективизмъ, которымъ она проникнута. Она—олицетвореніе опредѣленнаго темперамента, выраженіе стремленій, порываній, желаній, хотѣній одного или нѣсколькихъ мыслителей, считающихъ истиннымъ, ложнымъ, красивымъ, безобразнымъ, моральнымъ и неморальнымъ все то, что гармонируетъ или идетъ въ разрѣзъ съ ихъ личной настроенностью. „Мнѣ стало постепенно яснымъ, — говоритъ Ницше, — что всякая философія сводилась къ вѣрѣ своего творца... Воззрѣнія на мораль были во всякой философіи зародышемъ, изъ котораго потомъ развивалась вся система... У философа нѣтъ ничего не личнаго... Основные инстинкты существа — отцы философіи ¹⁾).

Научная философія или современная философія опыта творитъ всѣ свои формы и строитъ свои комбинаціи объективно, на данныхъ опыта. Опытъ—ея проводникъ въ самыя скрытыя и отдаленнѣйшія области знанія. Онъ—поставщикъ матеріала, изъ котораго она строитъ свои зданія. Она отличается отъ науки только по формѣ своей работы, а не по существу. Наука занимается преимущественно анализомъ, научная философія—синтезомъ. Наука объясняетъ явленія, философія расширяетъ, углубляетъ, развиваетъ эти явленія. Она, такимъ образомъ, вноситъ единство, гармонию и критику въ науку.

¹⁾ Ницше. По ту сторону Добра и Зла.

II.

Какіе вопросы науки особенно волнують философію опыта? На первомъ планѣ, конечно, стоитъ проблема матеріи. Исторія философіи говоритъ намъ, что проблема эта стояла во главѣ всякаго философскаго изслѣдованія.

Аристотель называетъ представителей іонійской школы фізіологами. Іонійскіе фізіологи направляли все свое вниманіе на выясненіе сущности матеріи. Они пытались дать этому вопросу эмпирическое обоснованіе.

Демокритцы и эпикурейцы преслѣдуютъ ту же цѣль. Они кладутъ начало такъ называемой атомистической теоріи. Атомистическая теорія подвергается строгой критикѣ еще со стороны греческихъ философовъ. Аристотель, напр., возстаєтъ противъ основныхъ свойствъ, приписываемыхъ атомамъ Демокритомъ. Онъ не можетъ понять недѣлимости атомовъ, а также существованія между ними пустого пространства ¹⁾.

Элеаты и Платонъ подвергаютъ сомнѣнію самый фактъ существованія матеріи. Матерія — это только видимость, обманъ нашихъ чувствъ, съ которыми философъ долженъ бороться. По мнѣнію элеата Парменида, бытіе—едино, вѣчно, неизмѣнно, постоянно и совершенно; оно не возникаетъ и не уничтожается. Множественность предметовъ, многообразіе формъ, возникновеніе и уничтоженіе—все это ложные доклады нашихъ чувствъ.

Допущенное Парменидомъ и особенно Платономъ отождествленіе видимой дѣйствительности съ простыми обманами чувствъ продолжало свое вредное вліяніе вплоть до эпохи Возрожденія.

Первыя великія открытія въ области естественныхъ наукъ вновь выдвигаютъ проблему матеріи; ею усиленно занимается Декартъ. Въ первомъ своемъ „Размышленіи“ Декартъ—глубокий скептикъ. „Стану я думать,—говоритъ онъ,—что небо, воздухъ, земля, цвѣты, фігуры, звуки и вообще все внѣшнее не выражаетъ ничего болѣе, какъ только игру

¹⁾ См. Lasswitz. Die Geschichte der Atomistik.

сновидѣній ¹⁾). Въ концѣ своихъ размышленій Декартъ реабилитируетъ реальность внѣшняго міра. вмѣстѣ съ тѣмъ онъ строитъ новую теорію вещества, такъ называемую корпускулярную теорію. По корпускулярной теоріи, объективными могутъ быть признаны только первичныя свойства тѣлъ, вторичныя свойства — субъективны. Мы можемъ мыслить матерію, не обладающую ни тяжестью, ни цвѣтомъ, ни твердостью, разъ только она имѣетъ длину, ширину и толщину ²⁾).

Матерія, такимъ образомъ, по Декарту то же самое, что пространство. Изъ этого положенія ясно вытекаетъ выводъ, что пустота не существуетъ, ибо тѣло—это то же самое, что пространство. Возможность движеній Декартъ объясняетъ тѣмъ, что процессъ движенія сводится къ круговороту, образуемому вмѣстѣ движущимися тѣлами.

Декартъ отрицаетъ существованіе атомовъ, ибо не допускаетъ недѣлимости матеріи, разъ она только протяженность, которая дѣлима до безконечности.

Ньютонъ и Лейбницъ не соглашаются съ мнѣніемъ Декарта, что матерія и пространство тождественны. Помимо протяженности, какъ основное свойство матеріи, послѣдняя еще представляетъ силу и сопротивленіе. Атомы Демокрита Лейбницъ замѣняетъ монадами. У Лейбница, какъ извѣстно, существуютъ двѣ точки зрѣнія на монаду—метафизическая и натурфилософская. Натурфилософское пониманіе монадъ считаетъ, что монады не обладаютъ матеріальными свойствами, онѣ—дифференціалы всякаго тѣла. Совокупность монадъ даетъ матеріальное тѣло. Процессъ этотъ совершается путемъ взаимоотношенія силъ, носителемъ которыхъ является каждая имматеріальная монада. Натурфилософское пониманіе монадъ очень близко подходитъ къ современному толкованію понятія электрическаго атома, какъ мы это скоро увидимъ.

Споръ между приверженцами механическаго воззрѣнія Декарта на матерію и защитниками динамизма Лейбница и Ньютона длился въ теченіе XVIII и XIX столѣтій.

¹⁾ См. Любимовъ. Философія Декарта.

²⁾ Первое Размышленіе. Цитирую по Шербинъ. Ученіе Канта о вещи въ себѣ.

Всѣ эти споры и всѣ эти толкованія понятія силы, которыя неизбежно сопровождали анализъ проблемы матеріи, имѣютъ въ настоящее время только историческое значеніе.

Современная наука упразднила вопросъ о силѣ. Она объявила силу численнымъ коэффициентомъ, указывающимъ на взаимоотношеніе явленій. Этимъ исчерпывается понятіе силы.

Первые успѣхи термодинамики обнаруживали недостаточность и несостоятельность нѣкоторыхъ принциповъ классической механики. Они также выдвигаютъ потребность обобщающаго представленія объ энергіи. Въ 1827 году Карно открываетъ свой знаменитый принципъ, въ силу котораго переходъ энергіи предполагаетъ разность уровней и влечетъ за собой измѣненіе напряженія энергіи. Съ 40 года начинаются изслѣдованія Мейера. Мейеръ стремится свести всѣ формы энергіи къ одному единству и открываетъ законы о сохраненіи энергіи. Казалось, законъ сохраненія энергіи подтверждаетъ теорію механическаго міропониманія, сводящую всѣ явленія міра къ одному началу,—къ движенію. Принципъ Карно, однако, привелъ нѣкоторыхъ физиковъ къ другому выводу.

Каждый разъ, когда имѣетъ мѣсто превращеніе энергіи, постепенно возстановляется равновѣсіе между дѣйствующими элементами. Они достигаютъ полнаго равновѣсія, когда образуются одинаковые термическіе, электрическіе и т. д. уровни. Кромѣ того, всякая форма энергіи стремится превратиться въ тепловую энергію. Мы можемъ, такимъ образомъ, въ силу закона сохраненія энергіи, процессъ превращенія энергіи изобразить въ такомъ видѣ:

$$A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_x = B_1 + B_2 + B_3 + \dots + B_y.$$

Логически, разъ $a = b$, то всегда $b = a$. Мы приходимъ, такимъ образомъ, къ вопросу объ обратимости процессовъ. Въ исторіи науки вопросъ этотъ сыгралъ крупную роль. Благодаря ему были открыты явленія электромагнитной индукціи, радіоактивныя явленія, термоэлектрическіе законы и т. д. Однако, большинство явленій въ природѣ необратимы, т.-е. мы не можемъ читать наоборотъ написанное уравненіе: Мы можемъ заставить нѣкоторую систему пройти черезъ моменты $A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_x$ и превратиться въ

моменты $V_1 + V_2 + V_3 \dots + V_y$, но мы не можем заставить эту же систему пройти обратно через $V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_y$ и придти къ $A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_x$.

Такъ, напримѣръ, пропуская токъ черезъ проводникъ, мы нагрѣваемъ проводникъ. Электрическая энергія превратилась въ тепловую. Если мы по охлажденіи проводника сообщимъ ему то же количество тепла, которымъ онъ раньше владѣлъ, мы не получимъ въ немъ тока. Расширеніе газа въ пустомъ пространствѣ необратимо, энергія солнца, разсѣивающаяся въ междупланетномъ пространствѣ, необратима. Самымъ нагляднымъ примѣромъ необратимаго процесса является теплопроводность. Всякое движеніе, вслѣдствіе тренія, тоже необратимо. Мы можемъ на этомъ основаніи допустить, что механическая энергія міра неизбежно постепенно превращается въ тепловую энергію. Тепловая энергія постепенно разсѣивается въ пространствѣ. Принимая во вниманіе, что тепло переходитъ отъ высшей температуры къ низшей, мы должны придти къ заключенію, что количество свободной или полезной энергіи все убываетъ. Природа должна, наконецъ, дойти до состоянія полного покоя, при которомъ невозможно будетъ никакое явленіе, никакая работа. Величественная картина міра, многообразіе явленій, пестрота красокъ, волшебная игра стихій, смѣна однихъ формъ энергіи другими, однимъ словомъ, все то, что мы называемъ міромъ становящимся, водоворотомъ бытія, превратится въ однообразный фонъ тепловой энергіи.

Какъ объяснить подобную эволюцію міра, необратимость процессовъ съ точки зрѣнія механическаго міропониманія? Разъ всѣ виды энергіи, всѣ явленія міра не что иное, какъ различныя формы проявленія энергіи движенія, то почему этотъ сложный міровой механизмъ не даетъ процессовъ обратимыхъ? Какъ объяснить съ точки зрѣнія принциповъ классической механики разсѣяніе, уменьшеніе свободной, полезной энергіи? Физика, такимъ образомъ, очутилась передъ дилеммой: или наше допущеніе абсолютной необратимости процессовъ неправильно, или механическая теорія нуждается въ критикѣ. Критика вызвала цѣлый рядъ споровъ между физиками. Она привела нѣкоторыхъ выдаю-

щихся ученыхъ къ новымъ воззрѣніямъ, развитіе которыхъ создало новую философію природы—энергетику.

какова сущность энергетическаго міросозерцанія? Каковы его методы? Прежде всего представители этого міросозерцанія объявляютъ войну гипотезамъ, изображеніямъ, „механическимъ моделямъ“, которыми пользуются механическія міропониманія. Всѣ эти элементы изслѣдованія Махъ называетъ укоренившимися въ наукѣ мифами. „Задача основное правило для истиннаго изслѣдователя природы заключается въ томъ, чтобы не забывать, что его долгъ сначала изучить явленія, а потомъ уже искать ихъ объясненія или спрашивать о высшихъ причинахъ. Если какое-нибудь явленіе изучено со всѣхъ сторонъ, то этимъ оно объясняется, и на этомъ кончается задача науки.

Пусть иные назовутъ это явленіе тривіальнымъ, пусть другіе оспариваютъ его какими бы то ни было способами, все же остается внѣ сомнѣнія, что этимъ основнымъ правиломъ слишкомъ пренебрегали до самаго послѣдняго времени, что всѣ спекуляціи даже самыхъ блестящихъ, талантливыхъ умовъ, желавшихъ подняться надъ фактами, вмѣсто того, чтобы овладѣть ими, какъ таковыми, дали до сихъ поръ пустоцвѣты“¹⁾.

Оствальдъ считаетъ эти слова Мейера программой энергетическаго направленія. По мнѣнію энергетиковъ и представителей новаго позитивизма, задача изслѣдователя природы дать чистое описаніе явленія, выразить математически результаты опыта. Математическія формулы вытѣсняють въ энергетикѣ геометрическія и механическія изображенія. Изображеніе вноситъ въ изслѣдованіе явленій элементы, принадлежащіе изображенію, но не самому явленію. Гипотезы только осложняютъ процессъ изслѣдованія. Онѣ вносятъ путаницу, даютъ изслѣдователю только временную удовлетворенность и въ большинствѣ случаевъ вводятъ его въ заблужденіе. Такъ смотритъ Оствальдъ на гипотезы. Онѣ сравниваетъ ихъ судьбу съ судьбой бѣжавшаго преступника, который нѣкоторое время избѣгаетъ поимки, но который въ концѣ-концовъ попадаетъ. Банкротство гипотезъ въ прои-

¹⁾ Мейеръ. Цитирую по Оствальду. Философія природы. Переводъ подъ редакціей Радлова.

ломъ указываетъ на ихъ несостоятельность въ настоящемъ.

Вопросъ объ отношеніи матеріи къ энергіи разрѣшается у энергетиковъ полнымъ отрицаніемъ существованія матеріи въ смыслѣ опредѣленной субстанціи. Мейеръ и его послѣдователи еще защищаютъ дуализмъ между матеріей и энергіей. Энергетики, развивая положенія Мейера, совершенно вытѣсняють понятія матеріи и строятъ свое міровоззрѣніе исключительно изъ энергетическаго матеріала. Они ведутъ свои разсужденія въ порядкѣ, логически вытекающемъ изъ основныхъ принциповъ метода чистаго описанія.

Опытъ даетъ намъ тѣла въ трехъ состояніяхъ, — въ газообразномъ, жидкомъ и твердомъ. Совокупность этихъ состояній мы называемъ матерією. Но чѣмъ характеризуется твердое состояніе тѣла? Прежде всего твердое тѣло имѣетъ форму, которую трудно измѣнить. Когда намъ, путемъ опредѣленныхъ воздѣйствій, удастся измѣнить форму твердаго тѣла, то тѣло это, освободившись отъ этихъ воздѣйствій, снова принимаетъ свою первоначальную форму. Но дѣйствовать на тѣло, это значитъ тратить опредѣленную работу, слѣдовательно, измѣненіе формы твердаго тѣла сказывается въ поглощеніи этой работы. Когда тѣло приближается къ своей первоначальной формѣ, оно возвращаетъ работу. Итакъ, основное свойство твердаго тѣла — упругость — есть не что иное, какъ проявленіе особой формы энергіи, которую Оствальдъ называетъ *энергією формы*.

Дальше. Мы можемъ измѣнить форму твердаго тѣла не только напряженіемъ, сгибаніемъ, свертываніемъ, но и давленіемъ по всѣмъ направленіямъ тѣла, при чемъ тѣло остается геометрически подобнымъ самому себѣ. Затрата и возвратъ энергіи здѣсь зависятъ отъ объема, а потому эта форма энергіи можетъ быть названа *энергією объема*.

Представленіе о твердомъ тѣлѣ мы получаемъ изъ ощущеній, вызываемыхъ чувствомъ осязанія. Осязаніе тѣла — это самый вѣрный признакъ существованія матеріальнаго тѣла. Но осязаніе сводится къ проявленію въ тѣлѣ названныхъ формъ энергіи, — энергіи формы и энергіи объема. Понятіе энергіи, такимъ образомъ, цѣлкомъ покрываетъ основное свойство твердаго тѣла. Тяжесть, какъ проявленіе тяготѣнія, сводится къ энергіи разстоянія. Движеніе, ударъ

и т. д. суть тоже виды энергій, слѣдовательно, все то, что характеризуетъ твердое тѣло, есть только комплексъ энергій. У жидкихъ тѣлъ отсутствуетъ энергія формы, но они обладаютъ энергіею объема, энергіею тяжести. Жидкости обладаютъ еще *энергіею поверхности*. Газообразныя тѣла тоже не обладаютъ энергіею формы, энергія объема имъ присуща, такъ какъ объемъ газа зависитъ отъ давленія. Разлагая, такимъ образомъ, свойства тѣлъ, мы видимъ, что все то, что мы знаемъ о матеріальныхъ тѣлахъ, есть не что иное, какъ взаимоотношеніе между энергіею нашихъ органовъ чувствъ и различными видами энергій, въ совокупности нами называемыхъ тѣломъ. Разъ все, воспринимаемое нами въ тѣлахъ, есть энергія, то энергія опредѣляетъ все являющееся, и понятіе матеріи вытѣсняется въ энергетикѣ понятіемъ энергій.

Въ процессѣ выработки представленія о мірѣ съ точки зрѣнія энергетическаго міросозерцанія принимаютъ участіе только три понятія: понятіе времени, пространства и энергій. Время и пространство не являются апіорными элементами сознанія, какъ это полагаютъ кантіанцы. Они данныя опыта и опытомъ вырабатываются въ организмахъ по мѣрѣ развитія организмовъ. Понятія энергій, пространства и времени находятся въ тѣсной связи между собою. „Матерія есть комплексъ пространственно связанныхъ энергій“, и мы ее познаемъ, какъ совокупность видовъ энергій, связанныхъ пространствомъ, и какъ отдѣльные моменты процессовъ, протекающихъ во времени.

Всякая энергія характеризуется двумя факторами: емкостью и интенсивностью. Емкости обладаютъ характеромъ величинъ, такъ какъ ихъ можно складывать, интенсивности, напротивъ, обладаютъ характеромъ напряженія, потенціала. Ихъ нельзя складывать, какъ величины, напримѣръ, два тѣла съ одинаковою температурой или съ одинаковою тепловою интенсивностью при сложении даютъ не удвоенную температуру, а температуру, равную прежней температурѣ тѣла. Интенсивности являются необходимыми условіями возможности процесса. Емкости подчиняются первому началу энергетики, т.-е. закону сохраненія энергій (исключеніе составляетъ энтропія), интенсивности лежатъ въ основѣ второго

начала энергетики, называемаго закономъ процесса Гальма и гласящаго: чтобы какой-нибудь процессъ имѣлъ мѣсто, необходима разность интенсивности энергій, имѣющихся на лицо.

Таковы въ общихъ чертахъ основныя положенія энергетики. Понятно, что приверженцы этого міросозерцанія отвергають атомистическую теорію. Она для нихъ непріемлема не только въ силу ея гипотетическаго характера, но еще и вслѣдствіе того, что и безъ нея они могутъ объяснять явленія. Атомы для нихъ замѣняются неизмѣнными субстанціями, качественно различными видами энергій. Эти виды энергій намъ даются въ опытѣ, а потому мы только надъ ними можемъ оперировать. Молекулы или атомы, по мнѣнію Маха, существуютъ только въ нашей фантазіи. Этими мнимымъ субстанціямъ мы придаемъ свойства и отношенія вещей осязаемыхъ. „Мы мыслимыя вещи обременяемъ ограниченіями вещей видимыхъ и осязаемыхъ“¹⁾.

Присматриваясь ближе къ энергетическому міропониманію, мы легко замѣчаемъ, что въ немъ количественный элементъ, доминирующій въ механической теоріи, вытѣсняется качественнымъ элементомъ, которымъ мы пользуемся при классификаціи явленій. вмѣстѣ съ тѣмъ энергетика какъ бы индивидуализируютъ принимаемые ими виды энергій, приписывая каждому изъ нихъ особенныя имманентныя свойства. Если мы спросимъ у энергетика, почему въ природѣ происходятъ тепловыя, электрическія и т. п. явленія, мы услышимъ отвѣтъ: потому, что существуютъ тепловыя, электрическія и т. п. формы энергій, обладающія определенными свойствами. Многіе узрѣли въ этомъ новомъ направленіи науки возвратъ къ схоластикѣ. Метафизики поторопились праздновать свою побѣду. Изъ ихъ лагеря стали сыпаться упреки на науку. До сихъ поръ наука гордилась тѣмъ, что чѣмъ дальше, тѣмъ больше она удаляется отъ міровоззрѣній схоластиковъ и наивныхъ реалистовъ. Во всѣхъ спорахъ со своими противниками наука особенно отмѣчала тотъ фактъ, что она стремится къ самому широ-

¹⁾ Махъ. Принципы сохраненія работы. Переводъ Котляра, стр. 33.

кому синтезу явленій міра, ибо она ихъ всѣ сводитъ къ единому количественному началу. Наука зло смѣялась надъ „имманентными“ свойствами вещей, господствующими въ арпстотелевскомъ міропониманіи. Съ эпохи Возрожденія она напрягаетъ всѣ свои усилія, чтобы возможно полнѣе развивать количественный принципъ, который она объявила базисомъ своего творчества. Но наука теперь въ лицѣ своихъ выдающихся представителей объявила о своемъ полномъ банкротствѣ. Энергетики смотрятъ на каждую форму энергій, какъ на особаго рода индивидуальность, характеризующуюся имманентными своими свойствами: они такимъ образомъ восстанавливаютъ верховныя права качественнаго метода. Энергетики къ тому же придерживаются метода чистаго описанія и этимъ признають, что наука способна только регистрировать явленія, но она беспильна ихъ объяснять, анализировать. Отсюда гг. метафизики дѣлають пріятный для себя выводъ, что истинное познаніе природы дается метафизическимъ мышленіемъ.

Повинны ли энергетики въ преступленіяхъ, приписываемыхъ имъ сторонниками идеалистической философіи? Мы думаемъ, что противники энергетиковъ изъ идеалистическаго лагеря стрѣляютъ, какъ говорится, холостыми зарядами. Энергетикъ не только не отказывается отъ объясненій явленій природы, а, напротивъ, полагаетъ, что онъ правдивѣе, шире и глубже изображаетъ все являющееся. Онъ ведетъ свое описаніе постепенно и послѣдовательно. Онъ отмѣчаетъ одно свойство явленія, ищетъ другихъ свойствъ. Я говорю: ищетъ, ибо, описывая явленія, энергетикъ тѣмъ самымъ разбираетъ явленіе, ищетъ его связь съ другими явленіями, такъ какъ видъ сопоставленій другъ съ другомъ не можетъ быть полнаго описанія явленій. Энергетикъ не только не скептикъ, онъ, наоборотъ, полагаетъ, что чѣмъ дальше, тѣмъ больше расширятся наши знанія, наше пониманіе окружающаго насъ міра. Остальдъ въ своей статьѣ *Die Überwindung des Materialismus* возстаєтъ противъ *ignorabimus* Дюбуа Раймонда. Онъ считаетъ, что подобный скептицизмъ только продуктъ слабости господствовавшей механики, не успѣвшей дать полнаго и всесторонняго описанія дѣйствительности. Она поддерживала вѣру въ то, что помимо эмпирическаго міра,

доступнаго изслѣдованію ученаго, существуетъ еще безвѣстный міръ, куда наука не въ состояніи проникать. Приверженцы энергетическаго міросозерцанія, классифицируя явленія природы по ихъ свойствамъ, вовсе не индивидуализируютъ ихъ въ томъ смыслѣ, что полагаютъ, что видимыя вещи—проявленія, отображенія скрытыхъ въ нихъ имманентныхъ свойствъ. Какъ разъ наоборотъ. Они тѣмъ и отличаются отъ защитниковъ механической теоріи, что отказываются признавать атомъ и формы его движенія основной сущностью опыта. Различные виды энергій, о которыхъ говорятъ энергетикн, это видимыя реальности, строго проверенныя данныя опыта. По ту сторону опыта для энергетика нѣтъ міра, а потому онъ не стремится его познавать. Цѣль науки—все шире и шире раздвигать рамки опыта. Это достигается путемъ болѣе точнаго описанія этого опыта. При описаніи опыта мы должны стремиться руководствоваться правилами и пріемами, которые облегчаютъ труды изслѣдователей. „Задачи науки изображать факты возможно полнѣе, съ возможно меньшей затратой мысли“¹⁾.

Нѣкоторыхъ сторонниковъ метода чистаго описанія обвиняютъ еще въ томъ, что они считаютъ чувство единственнымъ факторомъ познанія. Особенно въ этомъ обвиняютъ Маха, близко примыкающаго по своимъ воззрѣніямъ въ области физики къ Оствальду. Даже среди позитивистовъ раздаются голоса, обвиняющіе Маха и его приверженцевъ въ скептицизмъ, релятивизмъ и даже прагматизмъ. На нашъ взглядъ обвиненія эти ни на чемъ не обоснованы. Махъ смотритъ на науку, какъ на могучій факторъ, вносящій систему во взаимоотношенія нашихъ чувствъ. Она ихъ анализируетъ, отыскиваетъ тѣсную связь между ними и такимъ образомъ познаетъ природу, опытъ, который есть не что иное, какъ комплексъ нашихъ ощущеній, порядокъ нашихъ чувствъ.

III.

Какова же научная цѣльность энергетическаго метода? Какое изъ двухъ позитивныхъ направленій больше насъ удовлетворяетъ? Мы знаемъ, что большинство физиковъ при-

¹⁾ Махъ. Механика.

держивается механическаго міросозерцанія. На нашъ взглядъ, это не простая случайность. Наврядъ ли правъ Оствальдъ, утверждая, что прошлое принадлежало механической теоріи, будущее же, напротивъ, обезпечено за энергетическимъ міропониманіемъ. Если энергетикки не повинны въ грѣхахъ, инкриминируемыхъ имъ идеалистами, они тѣмъ не менѣе грѣшатъ противъ требованій исторической и научной правды.

Энергетикки утверждаютъ, что наука можетъ жить безъ гипотезъ, что гипотезы тормозили ея путь. Правда ли это? Мы знаемъ, что механическая школа вела свою работу, пользуясь гипотезами. Благодаря этимъ гипотезамъ, ей удалось сдѣлать много очень важныхъ открытій. Можно вообще утверждать, что физика главными своими отдѣлами обязана защитникамъ механической теоріи. Развѣ гипотеза о колебательной природѣ свѣта не привела ко многимъ фактамъ, подтвердившимся опытомъ? А между тѣмъ колебательная теорія природы свѣта теперь замѣнена электромагнитной теоріей свѣта, и въ послѣднее время все болѣе и болѣе развивается взглядъ, что всѣ формы энергіи только продукты атомнаго распада. Наука вовсе не стѣсняется отказаться отъ той или другой гипотезы, разъ обнаруживаемые факты противорѣчатъ этимъ гипотезамъ. Но для того, чтобы искать, надо пользоваться проводникомъ. „Если вы отказываетесь взять гипотезу въ качествѣ проводника, то вамъ остается взять случай въ качествѣ учителя“. Но случай—плохой учитель. Онъ требуетъ у насъ много лишнихъ затратъ и вовсе не экономитъ нашу мысль. Въ наукѣ еще много непровѣренныхъ фактовъ. Цѣлые отдѣлы ея покоятся на гипотезахъ. „Роль гипотезы,—говоритъ Пуанкаре,—настолько велика, что безъ нея не могъ бы обходиться ни математикъ, ни естественный испытатель“. Гипотезы тѣмъ болѣе безопасны, что онѣ не входятъ въ окончательныя формулы, выражающія свойство того или другого явленія. Онѣ только помогаютъ обнаруживать факты, входящіе въ рубрики научныхъ таблицъ только послѣ того, когда эти факты провѣряются опытомъ. Вѣдь тѣмъ отличаются научныя гипотезы отъ метафизическихъ гипотезъ, что первыя ждутъ, чтобъ опытъ ихъ подтвердилъ, между тѣмъ какъ послѣднія стоятъ внѣ или надъ опытомъ и опытомъ никогда не могутъ быть доказаны.

Энергетики не остаются последовательными до конца, когда они говорятъ, что явленіе цѣликомъ объяснимо, когда оно всесторонне описано. Но вѣдь описывать явленіе—это не значитъ утверждать, что оно протекаетъ по такой-то формѣ. Этого мало. Энергетики сами это признаютъ. Приходится искать мѣсто, которое это явленіе занимаетъ среди другихъ явленій, приходится указать на условія, при которыхъ явленія возможны. Только когда фактъ описанъ со всѣхъ сторонъ, только тогда вскрывается его сущность. Но въ этомъ процессѣ изслѣдованія намъ приходится располагать въ опредѣленный порядокъ данныя опыта. Мы какъ бы перекрашиваемъ сырой матеріалъ, непосредственно получаемый нами изъ дѣйствительности. Мы, такимъ образомъ, не только регистрируемъ явленія, нѣтъ, мы ихъ разлагаемъ на части, вскрываемъ ихъ сущность и озаряемъ ихъ свѣтомъ синтеза. Какъ приверженецъ механическаго міропониманія, такъ и энергетикъ строить, а потому интересуются не только строительнымъ матеріаломъ, но и архитектурой строенія.

Ученый тѣмъ отличается отъ невѣжды, профана, что онъ не только констатируетъ фактъ, но и анализируетъ его, ставитъ въ зависимость отъ другихъ фактовъ. Основная аксіома Критики Чистаго Опыта Авенаріуса, этого евангелія новѣйшаго позитивизма, гласитъ, что „научное познаніе по существу не располагаетъ различными формами или средствами въ сравненіи съ ненаучнымъ. Всѣ спеціальныя формы познанія или средства являются развитіемъ донаучнаго“. Механическая теорія вся проникнута этимъ принципомъ развитія средствъ познанія. Она не ищетъ архимедовой точки внѣ міра; ея точкой опоры является опытъ, и только опытъ. Она укладываетъ данныя опыта въ математическія формулы. Она элиминируетъ изъ этихъ формулъ лишніе члены, сводитъ ихъ къ общимъ уравненіямъ, провѣряетъ свои выводы опытомъ и отливаетъ ихъ въ формы плано-мѣрнаго и осознаннаго воспроизведенія опыта.

Подобно эмпириокритицизму, механическая теорія вся проникнута принципомъ движенія, динамизма, актуальности. Принципъ эволюціи особенно рельефно выступаетъ въ новомъ направленіи, данномъ механической теоріи открытіями радіоактивныхъ явленій. Приверженцы механическаго міро-

созерцанія все болѣе и болѣе склоняются къ мысли, что и атомъ эволюціонуєтъ, что онъ проходитъ черезъ опредѣленные фазисы развитія. Такимъ образомъ, падаетъ послѣдній упрекъ, направившійся по ихъ адресу со стороны энергетиковъ. Понятіе субстанціональности удаляется изъ механическаго міропониманія. Его замѣняетъ понятіе непрерывнаго динамическаго процесса, между тѣмъ какъ энергетика, устанавливая фиксированные виды энергій, подаютъ новостъ ко многимъ недоразумѣніямъ. Развѣ виды энергій не напоминаютъ неподвижныхъ атомовъ Демокрита, Лукреція? Правда, энергетика утверждаетъ, что всѣ формы энергій стремятся принять формы тепловой энергій. Но почему это такъ? Не указываетъ ли это на то, что мы имѣемъ здѣсь дѣло не съ особенными факторами, а съ явленіями одного и того же ряда, съ проявленіемъ одного и того же начала. Но, можетъ быть, этимъ началомъ является тепловая энергія? Какова же тогда ея сущность? Почему не идти дальше, почему оборвать мысль на полпути? Вѣдь говоря, что всѣ энергіи стремятся принять форму тепловой энергій, мы дѣйствительно какъ-будто индивидуализируемъ эту форму энергій и вносимъ опять понятіе субстанціональности въ науку.

Рамки нашего предисловія не позволяютъ намъ подробнѣе остановиться на критикѣ энергетическаго міросозерцанія. Мы полагаемъ, что механическая теорія въ той формѣ, въ которой она теперь эволюціонуєтъ, очень близко подходитъ къ требованіямъ критико-реалистической точки зрѣнія, подъ флагомъ котораго выступаетъ энергетика.

Въ самомъ дѣлѣ, механическая теорія атомнаго распада всецѣло упраздняетъ понятіе матеріи. Матерія есть не что иное, какъ устойчивое равновѣсіе между внутренними силами, совокупность которыхъ есть данное матерьяльное тѣло, и внѣшними силами, дѣйствующими на это тѣло. Защитники теорій атомнаго распада цѣлкомъ принимаютъ опредѣленіе матеріи Дидгена, родоначальника новѣйшаго позитивизма. Въ „Аквизитѣ Философій“ и въ „Сущности голодной работы“ Дидгенъ возстаєтъ противъ тѣхъ, которые приписываютъ матеріи безсмертіе, вѣчное существованіе. Для него нѣтъ ничего постояннаго, вѣчнаго. Все въ мірѣ измѣняется, все преобразуется. Матерія, по Дидгену, — это только сумма опредѣ-

ленныхъ формъ, связанныхъ единствомъ. Онъ возстаетъ противъ неизмѣняемости химическихъ элементовъ и считаетъ вѣчной только одну измѣчивость.

Развѣ не то же самое говорятъ приверженцы теоріи диссоціаціи атомовъ, являющейся логическимъ развитіемъ основныхъ положеній механической школы? Читатель въ этомъ непосредственно убѣдится по предлагаемой намъ въ русскомъ переводѣ научно-философской работѣ Густава Лебона.

Правда, энергетикн тоже отвергаютъ матерію, какъ что-то субстанціональное, но понятіе энергіи у нихъ статическое, а не динамическое въ строгомъ смыслѣ этого слова.

Энергетическое міросозерцаніе страдаетъ еще однимъ существеннымъ недостаткомъ. Оно почти не занимается космологической проблемой. Указать на то, что въ основѣ дѣйствительности лежатъ энергія—это еще не значитъ объяснить бытіе. Наука въ отношеніи этой проблемы не можетъ и не должна отставать отъ метафизики. Ея задача не только искать начало міра, но и указать, какимъ образомъ изъ отдѣльныхъ элементовъ получается, создается міръ въ своей совокупности, въ своемъ цѣломъ? Этотъ вопросъ намъ завѣщанъ наукой прошлаго, еѣ не можетъ обходить наука настоящаго. Онъ принадлежитъ къ вопросамъ, наиболѣе волновавшимъ и наиболѣе волнующихъ умъ. На немъ изощрялась мысль греческихъ мудрецовъ. Онъ проходитъ красной нитью черезъ всю философію, является базисомъ всякой религіи. Мы не можемъ здѣсь остановиться на подробномъ историческомъ изложеніи формъ, въ которыхъ проявлялось рѣшеніе этой проблемы. Ихъ читатель найдетъ въ любой исторіи философіи. Отмѣтимъ только, что теизмъ предполагаетъ существованіе разумнаго начала, стоящаго надъ міромъ и управляющаго имъ. Теизмъ группируетъ вокругъ себя метафизикотелеологическія системы. Въ противоположность телеологическому толкованію міра еще со временъ греческой философіи существуетъ механическое толкованіе міра, отрицающее участіе въ устройствѣ міра какого-либо разумнаго, цѣлеставящаго начала. Теизмъ обыкновенно исходитъ изъ наличности гармоніи и законмѣрности явлений міра. Гармонія и законмѣрность не могутъ быть объ-

яснымъ случайной игрой силъ природы. Тенизмъ въ силу этого приходитъ къ необходимости постулировать существованіе высшаго начала, верховнаго законодателя, творящаго красоту и порядокъ.

Механическое толкованіе міра считаетъ движеніе первымъ моментомъ возникновенія вещей. По Демокриту, атомы въ силу необходимости пришли въ движеніе. Результатомъ этого различныхъ родовъ движенія появились вещи, совокупность которыхъ мы называемъ природой. Идеи Демокрита находятъ свое дальнѣйшее развитіе въ философскихъ воззрѣніяхъ Бэкона и Декарта.

Противъ телеологіи сильно возстаетъ и Спиноза. Спиноза полагаетъ, что понятія красоты, порядка и цѣли навязываются вещамъ нами, рассматривающими ихъ субъективно. Спиноза отрицаетъ цѣль въ устройствѣ міра, онъ выдвигаетъ исключительно понятіе причинности. Въ силу закона причинности явленія необходимо вытекаютъ другъ изъ друга и образуютъ въ своемъ многообразіи бытіе ¹⁾).

Кантъ тоже отрицаетъ понятіе цѣли при изученіи явленій природы. Въ природѣ, по мнѣнію Канта, мы не наблюдаемъ цѣлей, какъ сознательно дѣйствующихъ причинъ. Цѣлесообразность природы для Канта не законъ природы, это только методъ, пріемъ, облегчающій намъ процессъ изслѣдованія явленій.

Теорія Дарвина, выдвинувшая естественный подборъ, какъ основной факторъ совершенствованія организмовъ, нанесла сильный ударъ телеологическому ученію. Разъ въ природѣ жизнь однихъ существъ покупается цѣной гибели другихъ, то какъ можно говорить о разумно-цѣлесообразныхъ дѣйствіяхъ природы? Какъ можно, наконецъ, объяснить цѣлое множество свойствъ, органовъ, не только приспособляющихъ, но явно тормозящихъ развитіе той или другой особи? „Такимъ образомъ совершенно измѣняется старая телеологическая точка зрѣнія. Сохраняя старое слово—цѣлесообразность, мы придаемъ ему новый смыслъ. Не въ виду и не въ ожиданіи пользы созидались всѣ эти совершенные органы и цѣлые организмы, а сама польза создала ихъ.

¹⁾ Спиноза. Этика. Первая часть.

Вмѣсто предполагаемой цѣли мы имѣемъ дѣйствительную причину. Совершенство органическаго міра не есть возможная задательная цѣль, а неизбежный роковой результатъ законовъ природы“. (Курсивъ нашъ) ¹⁾.

Представители повѣйшаго механическаго толкованія міра идутъ еще дальше. Они примѣняютъ понятіе эволюціи и къ физико-химическимъ явленіямъ міра. Они уничтожаютъ дуализмъ не только между матеріею и энергіею, но и между міромъ вѣсомымъ и міромъ невѣсомымъ.

Въ основѣ бытія, по ихъ мнѣнію, лежатъ только одно начало—эфиръ. Бытіе въ своемъ цѣломъ, многообразіе его формъ, видимые и невидимые міра—все это только различныя проявленія эфира, характеризующіяся взаимоотношеніями равновѣсій различныхъ его частей. Атомъ это только мѣсто сгущенія и концентрированія опредѣленныхъ возмущеній эфира. Его сформированіе совершалось путемъ постепеннаго накопленія энергій движенія предполагаемыхъ вихрей эфира. Онъ не вѣченъ, ибо онъ послѣдовательно выдѣляетъ свою энергію, освобождая ее въ видѣ свѣта, теплоты, электричества и т. д. По излученіи всей своей энергій атомъ перестаетъ для насъ существовать въ видѣ матеріи или энергій. Онъ цѣликомъ растворяется въ эфирѣ, исчезаетъ въ волнахъ этого безконечнаго бытія.

Всплески волнъ эфира, ихъ причудливыя брызги—таковы основы міровъ, которымъ мы приписываемъ вѣчное существованіе.

Поглощая въ своихъ нѣдрахъ міры, эфиръ, спустя длинный рядъ вѣковъ, ихъ снова выплескиваетъ изъ своихъ глубинъ.

Современная наука приходитъ, такимъ образомъ, къ теоріи вѣчнаго круговорота, выдвинутая Бланки ²⁾, Ницше и Гюйо.

Фениксъ, сгорающій и вѣчно изъ пепла своего воз-

¹⁾ Тимирязевъ. Нѣкоторые основ. задачи современнаго естествознанія.

²⁾ Ницше, такъ говорилъ Заратустра, стр. 294. Переводъ Антоновскаго.

рождающійся, такова эмблема міра, съ точки зрѣнія современной теоріи атомнаго распада.

„Все идетъ, все возвращается; вѣчно вращается колесо бытія. Все умираетъ, все вновь расцвѣтаетъ, вѣчно бѣжитъ годъ бытія... Въ каждый мигъ начинается бытіе... Центръ вездѣ, кривая—путь вѣчности“ ¹⁾).

Густавъ Лебонъ защищать теорію постояннаго возникновенія и исчезновенія міровъ еще задолго до своихъ изслѣдованій вопроса о диссоціаціи атомовъ. Въ своемъ трудѣ „L'Homme et les Sociétés“ онъ говоритъ, что „тѣ же міры, населенные тѣми же существами, должны быть, ужъ много разъ повторяютъ свое существованіе“.

Вѣчное возвращеніе вещей, круговоротный процессъ эволюціи міровъ служатъ для Ницше лучшимъ доказательствомъ того, что процессъ этотъ не можетъ быть сознательнымъ, осмысленнымъ и цѣлесообразнымъ, ибо тогда онъ бы долженъ былъ наступательнымъ, а не періодическимъ ²⁾).

Къ этому мнѣнію приходитъ и Гюйо ³⁾).

До сихъ поръ, однако, взглядъ на космосъ, какъ на совокупность періодически-повторяющихся процессовъ, лежалъ внѣ плоскости научнаго изслѣдованія. Правда, Ницше пытается доказать математически вѣчный круговоротъ вещей. Его разсужденія таковы. Въ силу закона о сохраненіи энергіи, энергія не убываетъ и не возникаетъ. Ея количество—величина постоянная. Всевозможныя ея комбинаціи, различныя формы ея проявленія тоже должны быть ограниченными. Если даже допустить, что запасъ міровой энергіи необъятенъ, то тѣмъ не менѣе, по Ницше, въ теченіе безконечнаго времени всякая комбинація должна повторяться. Повтореніе комбинаціи влечетъ за собою рядъ послѣдующихъ комбинацій въ томъ порядкѣ, въ какомъ эти комбинаціи ужъ раньше слѣдовали другъ за другомъ. Если допустить, что въ мірѣ возможно явленіе, раньше не имѣв-

¹⁾ См. Blanqui L'Eternité par les astres.

²⁾ См. Ницше. Die ewige Wiederkunft.

³⁾ См. Vers d'Un Philosophe L'Analyse Spectrale.

шее мѣсто, то этимъ самымъ мы признаемъ, что возможенъ приростъ энергіи.

Аргументація Ницше, конечно, не выдерживаетъ критики. Законъ сохраненія энергіи говоритъ только о постоянствѣ, неизмѣнности количествъ міровой энергіи. Этотъ законъ не касается размѣровъ этой энергіи. Если это количество безконечно (мыслить отсутствіе энергіи для насъ такъ же трудно, какъ допустить ея безвозвратное исчезновеніе), то какъ можно говорить объ нечислимыхъ, конечныхъ комбинаціяхъ, творимыхъ энергіею?

Теорія диссоціаціи атомовъ, какъ разъ наоборотъ, отрицаетъ законъ сохраненія энергіи. Энергія постепенно возвращается въ эфиръ, она, слѣдовательно, исчезаетъ, уничтожается. Эфиръ — основа міровъ. Незвѣстныя намъ причины, образовавшія міры путемъ возмущеній равновѣсія нематеріальнаго эфира, должны логически дѣйствовать и впередъ. Онѣ поэтому заставляютъ эфиръ вѣчно творить и вѣчно поглощать міры.

Періодичность явленій міра въ теоріи атомнаго распада вытекаетъ, такимъ образомъ, изъ данныхъ опыта. Эти данныя, конечно, пока еще недостаточны, чтобы дать окончательное рѣшеніе космологической проблемы, но они, тѣмъ не менѣе, позволяютъ намъ строить гипотезы, дающія возможность направлять нѣкоторые лучи свѣта въ отдаленнѣйшія области, въ скрытыя отъ насъ лабораторіи, въ которыхъ зарождаются и разрушаются міры.

Мы видимъ, такимъ образомъ, какъ далеко шагнула наука, какъ быстро она подвинулась впередъ по пути изслѣдованія природы. Она уже не довольствуется частичными завоеваніями. Она дерзнула приподнять завѣсу, которая, казалось, для нея навсегда закрыта. Она сумѣла и при теперешнемъ положеніи нашихъ знаній осуществить возможно строгое единство, дать самое широкое обобщеніе явленіямъ міра.

Предлагаемая нами въ русскомъ переводѣ книга Густава Лебона ярко иллюстрируетъ подвигъ современной научной мысли, ея неудержимое и побѣдоносное шествіе

XXVIII

впередъ и впередъ, въ безвѣстныя края, гдѣ она надѣется
отыскать такъ долго искомыя тайны бытія ¹⁾.

Б. С. Бычковскій.

Ермоловская. 20 августа 1909 г.

=====

¹⁾ Въ заключеніе считаю долгомъ выразить свою глубокую благодарность студенту Института Гражданскихъ Инженеровъ Лѣву Михайловичу Тверскому, помогавшему мнѣ корректировать настоящій переводъ.

ПРЕДИСЛОВІЕ КЪ ДВѢНАДЦАТОМУ ИЗДАНІЮ.

10.000 экземпляровъ этой работы, разошедшихся менѣе чѣмъ за годъ, указываютъ на интересъ, который вызываютъ научные вопросы, когда они бросаютъ нѣкоторый свѣтъ на философскія проблемы.

Современный человѣкъ потерялъ свои старыя вѣрованія. Онъ требуетъ отъ науки новыхъ доктринъ, чтобы оріентировать свои мысли.

Когда-то философскія системы вырабатывались въ воображеніи философовъ, но иногда въ лабораторіяхъ ученыхъ. Теперь старыя метафизическія спекуляціи, порожденныя нашими грезами, потеряли свою цѣнность. Ихъ форма еще обольщаетъ, но ихъ аргументы ужъ больше не волнуютъ умовъ.

Никакая цивилизація не можетъ жить безъ идеаловъ. Въмѣсто отвергнутыхъ доктринъ появляются новыя. Нѣтъ сомнѣнія,—если явленіямъ міра будетъ данъ новый синтезъ, взамѣнъ синтеза, котораго держались наши предки, этотъ синтезъ выйдетъ изъ лабораторіи. Въ этихъ храмахъ чистой науки открываются секреты, которыхъ боги старыхъ вѣковъ намъ не выдавали.

Вотъ почему вѣра въ могущество науки стала нашей послѣдней вѣрой. Въ настоящее время ясно, что внѣ науки мы ничего не можемъ ни понимать, ни знать, ни предвидѣть.

Безъ сомнѣнія, это возрастающее божество пока открыло только отношенія вещей. Оно еще ничего не сказало намъ объ основномъ началѣ хотя бы одного явленія; но оно вѣдь только что выходитъ изъ тмрака, предшествовавшего его появленію, и зданіе точныхъ знаній не сооружается въ одинъ день.

Книга, въ которой я пытался разсказать исторію матеріи, показать, что она не вѣчна, что она обречена на старость и смерть, только простое изложеніе опытныхъ научныхъ изслѣдованій.

Лабораторная работа стала отчасти философской, ибо обнаруженные факты явно вызывали новыя толкованія по вопросу о происхожденіи міровъ, ихъ эволюціи и ихъ концѣ. Наука и философія, когда-то столь различныя теперь стремятся къ окончательному сліянію, и скоро онѣ сольются въ одну систему человѣческаго знанія.

ВВЕДЕНІЕ.

Эта книга посвящена изслѣдованію вопроса объ эволюціи матеріи, то есть, основного элемента вещей, субстрата міровъ и существъ, ихъ населяющихъ.

Она представляетъ синтезъ опытныхъ изслѣдованій, опубликованныхъ нами въ теченіе восьми лѣтъ въ различныхъ мемуарахъ. Они привели къ выводу о недостаточности нѣкоторыхъ основныхъ научныхъ принциповъ, на которыхъ базируются наши знанія въ области физики и химіи.

Согласно доктринѣ, которая, казалось, установлена навсегда, и сформированіе которой потребовало столѣтія упорнаго труда, только два элемента—матерія и энергія—избѣгаютъ фатальнаго закона, обрекающаго на гибель всѣ вещи міра. Онѣ, т.-е. матерія и энергія, безпрестанно видоизмѣняются, но онѣ вѣчны, ибо никогда не разрушаются. Факты, добытые нашими изслѣдованіями, а также изслѣдованіями, служившими ихъ продолженіемъ, показываютъ, что матерія не вѣчна, что она безвозвратно исчезаетъ. Они также показываютъ, что атомъ—резервуаръ когда-то не предполагавшейся энергіи, превосходящей своей величиной всѣ извѣстныя намъ силы, и что эта энергія, возможно, начало большинства этихъ силъ,—электричества и особенно солнечной теплоты. Наконецъ, они обнаруживаютъ, что между вѣсомымъ и невѣсомымъ міромъ, когда-то считавшимися глубоко другъ отъ друга отдѣленными, существуетъ промежуточный міръ.

Въ теченіе многихъ лѣтъ я одинъ защищалъ эти идеи. Онѣ стали, однако, распространяться, когда многочисленныя физики различными путями дошли до фактовъ, мной отмѣченныхъ, главнымъ образомъ, до фактовъ, указавшихъ на

всеобщность явления диссоціаціи матеріи. Открытіе радія, послѣдовавшее позже моихъ первыхъ изслѣдованій, особенно обратило вниманіе на эти вопросы.

Пусть читателя не пугаетъ смѣлость нѣкоторыхъ изложенныхъ здѣсь взглядовъ. Они вездѣ опираются на факты опыта. Эти факты служили намъ проводниками въ безвѣстныя области, куда мы пытались проникнуть и гдѣ намъ приходилось ориентироваться посреди глубокой тьмы. Подобная тьма не разсѣивается въ одинъ день. Вотъ почему прокладывающему цѣной тяжелыхъ трудовъ новый путь, рѣдко удается видѣть горизонты, открывающіеся съ этого пути. Факты, собранные въ этой книгѣ, добыты цѣной тяжелыхъ затратъ и длинныхъ трудовъ ¹⁾.

Мнѣ не удалось еще заручиться согласіемъ всѣхъ ученыхъ. Своими указаніями на хрупкость догмъ, которыми владѣютъ установленныя истины, я вызвалъ раздраженіе многихъ среди нихъ. Но я, тѣмъ не менѣе, встрѣтилъ храбрыхъ защитниковъ моихъ взглядовъ среди выдающихся физиковъ, и мои изслѣдованія вызвали много другихъ изслѣдованій. Больше желать нечего, особенно, когда возстаешь противъ принциповъ, изъ которыхъ нѣкоторые считаются непоколебимыми.

Вѣчная истина заключена въ словахъ Ламарка, сказавшаго: „Каковы бы ни были трудности при открытіи новыхъ истинъ, еще труднѣе заставить ихъ признать“. Я бы обладалъ небольшою дозой философскаго спокойствія, если бы меня поражали нападки многихъ физиковъ, раздраженіе извѣстнаго числа смѣлыхъ людей и особенно молчаніе ученыхъ, пользовавшихся мои опыты.

Боги и догмы не умираютъ въ одинъ день. Попытка

¹⁾ Для облегченія чтенія этой работы детали опытовъ собраны въ концѣ книги. Онѣ составляютъ ея вторую часть. Всѣ объяснительныя фигуры моихъ опытовъ нарисованы или сфотографированы моимъ преданнымъ препараторомъ г. F. Michaux'омъ. Я ему выражаю свою благодарность за его ежедневное присутствіе въ моей лабораторіи въ теченіе долгихъ лѣтъ моихъ изслѣдованій. Горячо также благодарю моего друга E. Senecul'a и выдающагося профессора D. Dwelschauvers-Deus'a, члена-корреспондента академіи наукъ, любезно согласившихся провѣрить приведенные въ этой книгѣ опыты.

доказать, что атомы всѣхъ тѣлъ, считавшіеся вѣчными, не вѣчны, задѣли установившіеся о нихъ понятія. Еще въ большей степени возмущало стремленіе доказать, что матерія, считавшаяся инертной, на самомъ дѣлѣ резервуаръ колоссальной энергіи, возможный источникъ большинства силъ міра. Подобныя изслѣдованія, подкапывающіяся подъ корни нашихъ знаній, потрясающія вѣковыя научныя зданія, обыкновенно вызываютъ раздраженіе, или ихъ обходятъ молчаніемъ до момента, пока ихъ подробно воспроизводятъ многочисленные псытатели. Они тогда становятся настолько разбросанными и обыкновенными, что трудно указать на ихъ иниціатора. Неважно, что сѣявшій не жнетъ, достаточно, что жатва растетъ.

Среди занятій, наполняющихъ столь короткіе моменты нашей жизни, никакія, пожалуй, не пріятны такъ, какъ исцаніе скрытыхъ истинъ, протаптываніе тропинокъ въ окружающее насъ необъятное безвѣстное.

Эволюція матеріи.

КНИГА ПЕРВАЯ.

Новыя воззрѣнія на матерію.

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

Теорія интра-атомной энергіи и разсѣиванія матеріи.

§ 1. Новыя воззрѣнія на диссоціацію матеріи.

Догма о неразрушимости матеріи принадлежитъ къ незначительному числу догмъ, полученныхъ современной наукой отъ древней науки безъ всякой перемѣны. Со времени римскаго поэта Лукреція, положившаго эту догму въ основу своей философской системы, до безсмертнаго *Лавуазье*, поставившаго ее на фундаментъ, считавшійся вѣчнымъ, эта освященная вѣками догма не потеряла ни одного удара, и никто не думалъ ее опровергать.

Въ этомъ трудѣ мы увидимъ, какъ она стала подвергаться ударамъ критики. Ея паденіе подготовлялось цѣлымъ рядомъ предшествовавшихъ открытій, которыя, казалось, ся не касались; катодные лучи, X—овые лучи, лучеспусканія радиоактивныхъ тѣлъ ковали оружіе для борьбы съ ней. Ее постигъ еще болѣе сильный ударъ, когда я показалъ, что явленія, считавшіяся частными свойствами исключительныхъ тѣлъ, какъ, напримѣръ, уранъ, могутъ быть разсмотрѣны, какъ общія свойства всѣхъ тѣлъ природы.

Въ настоящее время многочисленны факты, показывающіе, что матерія предрасположена къ диссоціаціи, способной доводить ее до состояній, при которыхъ она теряетъ всѣ свои матеріальныя свойства. Среди самыхъ важныхъ фактовъ слѣдуетъ отмѣтить способность всѣхъ тѣлъ выдѣлять

частицы, обладающія громадной скоростью, дѣлающія воздухъ проводникомъ электричества, проникающія черезъ преграды и отклоняющіяся подѣ дѣйствіемъ магнитнаго поля. Такъ какъ никакія извѣстныя въ настоящее время силы не въ состояніи производить такіа дѣйствія, особенно, выдѣленіе частицъ, обладающихъ скоростью, близкой къ скорости свѣта, то стало ясно, что мы имѣемъ дѣло съ совершенно безвѣстными намъ явленіями. Для ихъ объясненія было предложено много теорій, но только одна изъ нихъ, а именно, теорія о диссоціаціи атомовъ, которую я предложилъ въ началѣ этихъ изслѣдованій, противостояла всѣмъ ударамъ критики, и въ силу этого теперь почти всѣмъ признана.

Много лѣтъ прошло съ тѣхъ поръ, какъ я впервые при помощи опыта показалъ, что явленія, наблюдаемыя надъ такъ называемыми радиоактивными тѣлами, какъ уранъ, имѣютъ мѣсто и у другихъ тѣлъ, что эти явленія могутъ быть объяснены только диссоціаціею атомовъ этихъ тѣлъ.

Всеобща способность матеріи распадаться, выдѣляя потоки частицъ, подобныхъ катоднымъ лучамъ, увлекаемыхъ скоростью разбѣговъ скорости свѣта и способныхъ проникать черезъ препятствія. Свѣтъ, падающій на нѣкоторый предметъ, горящая лампа, различныя химическія реакціи, электрическій разрядъ и т. д., вызываютъ появленіе этихъ потоковъ. Такъ называемыя радиоактивныя тѣла, какъ уранъ и радій, обладаютъ въ сильной степени свойствомъ, которымъ въ нѣкоторой степени обладаютъ всѣ тѣла.

Когда я впервые формулировалъ это обобщеніе, подкрѣпляя его точными опытами, на него не обращали вниманія. Во всемъ мірѣ нашелся только единственный выдающійся профессоръ De Neen, который понялъ вѣрность этого обобщенія и призналъ его, провѣривъ его совершенную точность. Опыты были, однако, слишкомъ убѣдительны, чтобы ихъ можно было долѣе отрицать. Доктрина о всеобщей диссоціаціи матеріи, наконецъ, восторжествовала. Брошенъ свѣтъ, и теперь немногіе физики отрицаютъ, что диссоціація матеріи, эта такъ называемая радиоактивность, такое же всеобщее явленіе міра, какъ теплота или свѣтъ.

Теперь почти повсюду находятъ радиоактивность.

Въ новомъ своемъ трудѣ профессоръ J. J. Thomson доказалъ ея существованіе у большинства тѣлъ, у воды, песка, глины, кирпича и т. п.

Во что превращается матерія при ея диссоціаціи? Можно ли предположить, что атомный распадъ сводится къ дѣленію атомовъ на болѣе мелкія частицы, образующія атомную пыль; мы увидимъ, что это не такъ, и что разлагающаяся матерія дематериализуется, проходя черезъ послѣдовательныя фазисы, при которыхъ она постепенно теряетъ

свои матеріальныя свойства, до тѣхъ поръ, пока она окончательно возвращается въ невѣсомый эфиръ, откуда она, повидимому, появилась.

Признавъ, что атомы подвергнуты диссоціаціи, остается искать источникъ, откуда они черпаютъ громадное количество энергіи, необходимой, чтобы толкать въ пространство частицы со скоростью размѣровъ скорости свѣта.

Этотъ источникъ легко былъ найденъ, ибо стоило только признать, какъ я это пытался доказать, что матерія далеко не инертна, что она не только способна возвращать энергію, которой ее искусственно снабжаютъ, но сама есть громадный резервуаръ энергіи, — *энергии-интра-атомной*.

Но подобная доктрина задѣла слишкомъ много основныхъ научныхъ доктринъ, вѣками установленныхъ. Она не могла поэтому непосредственно быть признана и, прежде чѣмъ ее приняли, предложили послѣдовательно много различныхъ гипотезъ.

Привыклие смотрѣть на строгіе законы термодинамики, какъ на абсолютныя истины, убѣжденные, что изолированная матеріальная система не можетъ обладать другой энергіею, кромѣ той, которой ее снабжаютъ извнѣ, многіе физики долго упорствовали, и многіе еще теперь упорствуютъ и продолжаютъ искать во-внѣ источника энергіи, выявляемой во время диссоціаціи матеріи. Естественно, они ее тамъ не находятъ, такъ какъ она въ самой матеріи, а не внѣ ея.

Реальность этой новой формы энергіи, энергіи интра-атомной, существованіе которой мы безпрестанно утверждали, опирается не на теорію, но на факты опыта. Несмотря на то, что она была до сихъ поръ неизвѣстна, она самая могущественная изъ всѣхъ извѣстныхъ силъ и, вѣроятно, какъ мы полагаемъ, она — начало большинства другихъ силъ. Ея существованіе, въ началѣ такъ долго оспаривавшееся, теперь все болѣе и болѣе признается.

Изъ опытныхъ изслѣдованій, изложенныхъ въ различныхъ статьяхъ и которыя будутъ резюмированы въ этой работѣ, вытекаютъ слѣдующія положенія:

1) *Матерія, когда-то считавшаяся неразрушимой, медленно разсѣивается путемъ постоянного распада самихъ атомовъ, ее составляющихъ.*

2) *Продукты этого распада матеріи состоятъ изъ элементовъ, по своимъ свойствамъ промежуточныхъ между вѣсными тѣлами и невѣсомымъ эфиромъ, т.-е. между двумя мірами, которые наука до сихъ поръ глубоко отдѣляла другъ отъ друга.*

3) *Матерія, когда-то считавшаяся инертной, способной только возвращать энергію, которой ее снабжаютъ, есть, напротивъ, колоссальный источникъ энергіи, — энергіи интра-атом-*

ной, которую она въ состояніи расходовать, ничего не заимствуя извнѣ.

4) Большинство силъ природы, электричество и особенно солнечная теплота, обязаны своимъ происхожденіемъ интра-атомной энергіи, освобождающейся во время распада матеріи.

5) Сила и матерія суть двѣ различныя формы одной и той же сущности. Матерія представляетъ собою устойчивую форму интра-атомной энергіи; теплота, свѣтъ, электричество и т. д.,—неустойчивыя формы той же энергіи.

6) Процессъ распада атомовъ, т.-е. разложенія матеріи, сводится къ переводу интра-атомной энергіи изъ состоянія устойчиваго равновѣсія въ неустойчивое, называемое электричествомъ, свѣтомъ, теплотой и т. д. Матерія, такимъ образомъ, постепенно превращается въ энергію.

7) Законъ эволюціи, примѣнимый къ живымъ существамъ, одинаково примѣняется къ простымъ тѣламъ. Химическіе элементы, такъ же, какъ и живыя существа, измѣняются.

Большая часть этого труда будетъ посвящена провѣркѣ этихъ различныхъ положеній. Допустимъ, что онѣ установлены. Постараемся теперь найти перемѣны, которые они вызываютъ въ нашемъ общемъ представленіи о механикѣ вселенной. Читатель такимъ образомъ отдастъ себѣ отчетъ въ интересѣ, который представляютъ проблемы, служащія предметомъ изслѣдованія предлагаемой работы.

§ 2. Матерія и сила.

Вопросъ о сущности матеріи и силы принадлежитъ къ вопросамъ, наиболѣе упражнявшимъ проницательность ученыхъ и философовъ. Его окончательное рѣшеніе всегда отъ насъ ускользало, такъ какъ оно предполагаетъ недоступное еще теперь познаніе основной сущности вещей.

Изслѣдованія, которыя здѣсь будутъ изложены, не дадутъ окончательнаго рѣшенія этого вопроса. Они, однако, приводятъ къ возрѣнію на матерію и энергію, сильно отличающемуся отъ возрѣнія, господствующаго теперь.

Когда мы изучимъ структуру атома, мы придемъ къ заключенію, что онъ—громадный резервуаръ энергіи, образованный системой невѣсомыхъ элементовъ, поддерживаемыхъ въ равновѣсіи, благодаря вращательному движенію, притяженію и отталкиванію частей, его составляющихъ. Эти равновѣсія обуславливаютъ матеріальныя свойства тѣлъ, вѣсъ, форму и ихъ видимое постоянство. Матерія—это то же движеніе, но движенія образующихъ ее частей локализируются въ весьма ограниченномъ пространствѣ.

Отсюда вытекаетъ взглядъ на матерію, какъ на простую разновидность энергіи. Къ извѣстнымъ уже формамъ энер-

гін: теплотѣ, свѣту и т. д. слѣдуетъ прибавить еще одну форму энергій—матерію или интра-атомную энергію. Она характеризуется своей колоссальной величиной, значительной конденсацией въ очень слабомъ объемѣ.

Изъ сказаннаго вытекаетъ, что процессъ диссоціаціи атомовъ состоитъ въ переводѣ разновидности энергій, называемой матеріей, въ другую форму энергій, напримѣръ, въ электричество или свѣтъ.

Мы попытаемся опредѣлить формы, въ которыхъ въ атомѣ проявляется интра-атомная энергія, но наличность самого факта имѣетъ куда больше значенія, чѣмъ порождаемая имъ теорія.

Не претендуя дать такъ тщетно искомое опредѣленіе энергій, мы ограничимся указаніемъ на то, что все являющееся есть только видоизмѣненіе равновѣсія. Когда преобразования равновѣсія происходятъ быстро, мы ихъ называемъ электричествомъ, теплотой, свѣтомъ и т. д., когда эти смѣны равновѣсія протекаютъ медленно, мы имъ даемъ названіе матеріи. Чтобъ пойти дальше, необходимо проникнуть въ область гипотезъ, и допустить вмѣстѣ со многими физиками, что элементы, совокупность конхъ составляютъ уравновѣщенные силы атома, образованы эфирными вихрями. Эти вихри обладаютъ индивидуальностью, когда-то считавшейся вѣчной, но на дѣлѣ оказавшейся временной. Ихъ индивидуальность исчезаетъ, и они растворяются въ эфирѣ, какъ только поддерживающія ихъ силы перестаютъ дѣйствовать.

Равновѣсіе элементовъ атома напоминаютъ равновѣсія, удерживающія свѣтила на ихъ орбитахъ. Какъ только эти равновѣсія нарушаются, выявляются значительныя энергіи, которые также освобождались бы, если бъ любое свѣтило внезапно остановилось на своемъ ходу.

Подобныя возмущенія въ планетарныхъ атомныхъ системахъ происходятъ или безъ видимаго основанія, какъ это имѣетъ мѣсто у радиоактивныхъ тѣлъ, которые подъ вліяніемъ различныхъ причинъ доходятъ до опредѣленнаго состоянія неустойчивости, или искусственно у другихъ тѣлъ, подвергнутыхъ дѣйствію различныхъ факторовъ, напримѣръ, теплоты, свѣта и т. д. Эти факторы тогда дѣйствуютъ, какъ искра на порохъ, то есть, вызываютъ количество энергій, далеко превосходящее слабыя причины, обуславливающія проявленіе этой энергій.

Такъ какъ энергія, сгущенная въ атомѣ, большихъ размѣровъ, то отсюда слѣдуетъ, что слабой потерѣ матеріи соответствуетъ созданіе громаднаго количества энергій.

Становясь на эту точку зрѣнія, мы можемъ говорить о различныхъ формахъ энергій, вытекающей отъ диссоціаціи элементовъ матеріи, напримѣръ, о теплотѣ, электричествѣ,

свѣтъ и т. д., что онѣ представляютъ собой этапы, черезъ которые матерія проходитъ, прежде чѣмъ она исчезаетъ въ эфирѣ.

Развивая эти понятія, примѣняя ихъ къ изученію свойствъ, которыми отличаются простые элементы, изучаемые въ химіи, мы можемъ сказать, что эти простые элементы отличаются между собой количествомъ содержащейся въ нихъ нитра-атомной энергіи. Если бѣ намъ удалось лишить элементъ достаточнаго количества его нитра-атомной энергіи, мы бы окончательно его преобразовали.

Что же касается гипотетическаго начала энергіи атомовъ, то мы его будемъ искать въ явленіяхъ, къ которымъ прибѣгаютъ астрономы для объясненія образованія солнца и энергіи, которой оно обладаетъ. По мнѣнію ученыхъ, солнце образовалось изъ сгущенія первоначальной туманности. Признавая пригодность этой теоріи для солнца, мы можемъ считать ее достаточной для объясненія процесса образованія атома.

Понятія, которыя мы вкратцѣ резюмируемъ, вовсе не имѣютъ цѣлью отрицать существованіе матеріи, какъ это иногда дѣлаетъ метафизика. Они только уничтожаютъ классическій дуализмъ между матеріей и энергіею. Послѣднія—двѣ идентичныя вещи подъ различными точками зрѣнія.

Нѣтъ различія между матеріей и энергіею, ибо матерія—только устойчивая форма энергіи.

Существо съ болѣе развитой нервной организаціею, пожалуй, могло бы созерцать энергію безъ субстанціи, ибо нѣтъ никакого основанія предполагать, что она необходимо нуждается въ опорѣ; но подобное представленіе для насъ недоступно.

Мы понимаемъ вещи только въ обычныхъ рамкахъ нашего сознанія. Такъ какъ сущность энергіи неизвѣстна, мы вынуждены ее овеществлять, когда мы желаемъ ее анализировать. Мы приходимъ, такимъ образомъ, единственно въ интересахъ демонстраціи, къ слѣдующему опредѣленію:

Эфиръ и матерія представляютъ сущности одного и того же порядка. Различныя формы энергіи: электричество, свѣтъ, матерія и т. п. только проявленія этихъ сущностей. Онѣ отличаются только природой и устойчивостью равновѣсія, образуемыхъ въ эфирѣ. Благодаря этимъ проявленіямъ мы познаемъ міръ.

Больше чѣмъ физикъ, извѣстный Фарадей уже пытался уничтожить дуализмъ между матеріей и энергіей. Нѣкоторые философы дѣлали тѣ же попытки. Они доказывали, что мы познаемъ матерію только черезъ силы, дѣйствующія на наши чувства. Но всѣмъ этимъ аргументамъ справедливо придавали значеніе исключительно метафизическое. Ихъ

оспаривали ссылкой на то, что никогда еще не удалось преобразовать материю въ энергію, и что послѣдняя необходима для одушевленія первой. Научные принципы, считавшіеся неоспоримыми, характеризовали материю, какъ инертный резервуаръ, обладающій только той энергіею, которой его снабжаютъ извнѣ. Матерія такъ же безсильна создавать энергію, какъ резервуаръ не можетъ создавать заключающейся въ немъ жидкости.

Все, казалось, убѣждало, что матерія и энергія не сводимы другъ на друга; онѣ также независимы другъ отъ друга, какъ вѣсъ и цвѣтъ. Не безъ основанія ихъ поэтому разсматривали, какъ принадлежащія къ двумъ различнымъ мірамъ.

Было нѣсколько смѣло поднять вопросъ, который, казалось, навсегда оставленъ. Мы это сдѣлали, ибо наше открытіе всеобщей диссоціаціи матеріи показало намъ, что атомы вѣхъ тѣлъ могутъ безвозвратно разсѣиваться, превращаясь въ энергію. Доказательство превращенія матеріи въ энергію повлекло за собою уничтоженіе стараго дуализма между этими двумя сущностями.

§ 3. *Послѣдствія принципа исчезновенія матеріи.*

Факты, резюмированные выше, показываютъ, что матерія не вѣчна, что она образуетъ громадный резервуаръ силъ, что предъ своимъ возвращеніемъ въ небытіе она превращается въ другія формы энергій.

Можно сказать, что если мы не въ состояніи создать матерію, мы, по крайней мѣрѣ, можемъ разрушить ее безвозвратно. Классическую формулу: ничто не создается, ничто не теряется слѣдуетъ замѣнить формулой: ничто не создается, но все теряется. Элементы горящаго тѣла, которое мы пытаемся уничтожить, преобразуются, но они не уничтожаются, ибо вѣсы позволяютъ убѣдиться, что вѣсъ ихъ не уменьшился. Напротивъ, элементы распадающихся атомовъ непременно уничтожаются. Они теряютъ всѣ свойства матеріи, въ томъ числѣ самое основное изъ нихъ—вѣсъ. Вѣсы ихъ больше не обнаруживаютъ. Ничто не можетъ ихъ вновь вернуть въ состояніе матеріи. Они разсѣялись въ необъятныхъ массахъ эфира, наполняющаго пространство, и не составляютъ уже частей нашего міра.

Эти принципы имѣютъ громадное теоретическое значеніе. Во времена, когда защищаемая мною идея не была приемлема, многіе ученые отмѣчали важность принципа вѣчности матеріи, служащаго необходимымъ научнымъ базисомъ. Гербертъ Спенсеръ въ „Основныхъ Началахъ“ въ главѣ „Неразрушимость матеріи“, служащей однимъ изъ главныхъ пунктовъ его системы, говоритъ: „если бы можно

было допустить, что матерія можетъ перестать существовать, было бы необходимо признать, что наука и философія невозможны“. Подобное утвержденіе, очевидно, неосновательно. Философія никогда не старалась приспособляться къ новымъ научнымъ открытіямъ. Она идетъ за ними, но не впереди ихъ. Не одни только философы защищали неприкосновенность догмы о неразрушимости матеріи. Нѣсколько лѣтъ тому назадъ ученый химикъ Naquet, тогда профессоръ медицинскаго факультета въ Парижѣ, писалъ: „Мы никогда не видѣли перехода вѣсмага въ невѣсомое. Вся химія даже основана на законѣ, что такой переходъ не существуетъ, ибо, въ противномъ случаѣ, наступилъ бы конецъ химическимъ уравненіямъ“. Очевидно, еслибъ превращеніе вѣсмага въ невѣсомое совершалось быстро, пришлось бы тогда отказаться не только отъ химическихъ уравненій, но и отъ законовъ механики. Но съ точки зрѣнія практики, никакой изъ этихъ законовъ еще не нарушенъ, ибо процессъ разрушенія матеріи протекаетъ такъ медленно, что его нельзя наблюдать старыми способами изслѣдованія. Потеря вѣса ниже одной стотысячной грамма вѣсами уже не обнаруживается, и химики ея уже не замѣчаютъ.

Доктрина объ исчезновеніи матеріи только тогда получить практическое значеніе, когда удастся найти легкій способъ быстрой диссоціаціи матеріи. Въ распоряженіи чловѣка тогда будетъ почти безконечный и даровой источникъ энергіи. Міръ совершенно преобразуется. Мы еще пока далеко отъ этого.

Теперь всѣ эти вопросы имѣютъ только чисто научный интересъ. Они пока остаются безъ примѣненія, какъ вопросы электричества во времена Вольта. Но этотъ научный интересъ громаденъ, ибо эти новыя воззрѣнія показываютъ, что два единственныхъ элемента, которымъ наука приписала вѣчность и постоянство, на самомъ дѣлѣ не вѣчны и не постоянны.

Каждый знаетъ, что легко лишить матерію всѣхъ ея свойствъ, за исключеніемъ одного. Твердость, форма, цвѣтъ, химическія свойства легко исчезаютъ. Самое твердое тѣло можно превратить въ невидимый паръ. Но при всѣхъ измѣненіяхъ, масса тѣла, измѣряемая вѣсомъ, остается неизмѣнной и всегда снова обнаруживается. Эта неизмѣнность массы представляла единственную постоянную точку въ подвижномъ многообразіи явленій. Она позволяла химику и физику слѣдовать за матеріею при всѣхъ ея непрерывныхъ превращеніяхъ. Они поэтому смотрѣли на нее, какъ на нѣчто подвижное, но вѣчное.

Всегда приходилось возвращаться къ этому основному свойству неизмѣнимости массы. Философы и ученые уже

давно отказались отъ попытки искать точнаго опредѣленія матеріи. Единственной непреложной характеристикой матеріи служила неизмѣняемость массы даннаго количества любой вещи, т.-е. ея коэффициентъ инерціи, измѣряемый вѣсомъ.

Внѣ этого опредѣленія мы могли сказать о матеріи только то, что она—тайный и мѣняющійся элементъ, изъ котораго образованы міры и существа, въ нихъ живущія.

Такъ какъ постоянство и, слѣдовательно, неразрушимость массы при всѣхъ измѣненіяхъ матеріи—отличительный признакъ, по которому мы узнаемъ это великое безвѣстное, то значеніе этого свойства матеріи стало преобладающимъ. На немъ были тщательно построены зданія химіи и физики.

Къ этому основному свойству матеріи понадобилось прибавить еще одно. Матерія, казалось, неспособна сама выйти изъ состоянія покоя. Для того, чтобъ ее возбуждать, прибѣгали къ различнымъ причинамъ безвѣстнаго происхожденія, которымъ и дали названіе силъ. Физика насчитываетъ много силъ, которыя она когда-то отдѣляла другъ отъ друга. Но прогрессирующая наука слила ихъ всѣ въ одну сущность—въ энергію, которой она присудила вѣчное существованіе.

Такимъ образомъ, на остаткахъ старыхъ доктринъ, послѣ столѣтія упорнаго труда, была построена теорія о двухъ верховныхъ и вѣчныхъ началахъ, — о матеріи, какъ основѣ вещей, и энергіи, какъ факторѣ для возбужденія матеріи. При помощи связывающихъ ихъ отношеній современная наука полагала, что она можетъ объяснять явленія. Въ этихъ научныхъ формулахъ были заключены всѣ тайны міра. Боговъ стараго времени смѣнили замысловатыя системы дифференціальныхъ уравненій.

Исслѣдованія, изложенныя въ этой работѣ, стремятся разрушить эти догмы, основы современной науки. Если принципъ сохраненія энергіи, который является лишь смѣлымъ обобщеніемъ опытовъ надъ простыми явленіями, будетъ отвергнутъ подъ вліяніемъ разрушающей его критики, то это повлечетъ за собой положеніе, что ничто не вѣчно въ мірѣ. Великія божества науки должны будутъ продѣлать тотъ же циклъ, черезъ который проходятъ всѣ вещи, а именно, циклъ рожденія, роста, упадка и смерти.

Но если теперешнія изслѣдованія колеблютъ зданія науки и, слѣдовательно, все наше понятіе о мірѣ, имъ, однако, недостаетъ многого для того, чтобы они могли открыть намъ тайны міра. Они намъ показываютъ, что физическій міръ, который казался чѣмъ-то очень простымъ, управляющимся незначительнымъ числомъ элементарныхъ законовъ, напротивъ, очень сложный ужасающій комплексъ явленій.

Несмотря на свою бесконечно-малую величину, атомы всѣхъ тѣлъ, напримѣръ, атомы бумаги, на которой мы пишемъ эти строки, разсматриваются теперь, какъ дѣйствительныя планетныя системы, угловая скорость движенія которыхъ вызывается громадными силами, управляемыми неизвѣстными намъ законами. Едва только намѣчаются пути, которые эти новые факты открываютъ для изслѣдователей.

Уже очень важно знаніе того, что эти пути существуютъ, и что въ распоряженіи науки имѣется чудесный міръ для изслѣдованія.

ГЛАВА ВТОРАЯ.

Историческій очеркъ открытія диссоціаціи матеріи и интра-атомной энергіи.

Какимъ образомъ были обнаружены факты и принципы, резюмированныя въ предыдущей главѣ, и развитіе которыхъ послѣдуетъ въ настоящей работѣ? Объ этомъ мы теперь будемъ говорить.

Генезисъ какого-нибудь открытія рѣдко безпричиненъ. Онъ кажется независимымъ только потому, что мы не знаемъ шатаній и трудностей, цѣной которыхъ онъ сталъ слагаться. Публику мало интересуется вопросъ, какъ дѣлаются открытія, но психологовъ навѣрно интересуется то, что будетъ ниже изложено ¹⁾. Они тамъ найдутъ нѣкоторыя цѣнныя свѣдѣнія по вопросу о происхожденіи вѣрованій, о роли, которую играли, даже въ лабораторіяхъ, внушенія, иллюзіи, наконецъ, о вліяніи авторитета, который является основнымъ элементомъ доказательства.

Мои изслѣдованія испытали на себѣ вліяніе всѣхъ этихъ факторовъ.

Въ самомъ дѣлѣ, въ 1896 году я напечаталъ въ „Comptes rendus de l'Academie des Sciences“, маленькую замѣтку, давшую резюме моимъ двухлѣтнимъ изслѣдованіямъ, которая привела меня къ заключенію, что свѣтъ, падая на тѣла, вызываетъ лученспусканіе, способное проникать черезъ матеріальное вещество. Такъ какъ нельзя было отождествлять это лученспусканіе ни съ какими извѣстными намъ явленіями, я высказалъ въ этой замѣткѣ мысль, что, вѣроятно, это—бездвѣстная намъ энергія, которой я и далъ названіе

¹⁾ Для краткости мы не приводимъ здѣсь текстовъ, на которые опирается этотъ историческій очеркъ. Читатель ихъ найдетъ въ концѣ этой книги.

чернаго свѣта. Къ этому убѣжденію я возвращался много разъ.

Въ началѣ моихъ опытовъ я неизбѣжно сливать двѣ различныхъ вещи, которыя пришлось потомъ отдѣлать другъ отъ друга. Дѣйствіе свѣта, падающаго на поверхность какого-нибудь тѣла, вызываетъ на самомъ дѣлѣ два различнаго рода явленія:

1) Лучи природы катодныхъ лучей. Они не преломляются, не поляризуются и не имѣютъ никакого родства со свѣтомъ. Такъ называемыя радиоактивныя тѣла испускаютъ эти лучи въ большемъ количествѣ, а остальные тѣла въ слабой степени.

2) Лучи инфра-красные, имѣющіе волны большой величины. Эти лучи, вопреки тому, что раньше о нихъ думали, проходятъ черезъ черную бумагу, эбонитъ, дерево, камень, словомъ, черезъ большинство непроводниковъ. Они естественно преломляются и поляризуются. Трудно было отдѣлать другъ отъ друга эти два явленія во времена, когда никто не предполагалъ, что тѣла, считавшіяся абсолютно непрозрачными, напротивъ, прозрачны для невидимыхъ инфра-красныхъ лучей, когда абсурднымъ казалось утверждение опыта, что можно въ двѣ минуты черезъ непрозрачное тѣло сфотографировать домъ въ камерѣ-обскурѣ.

На-ряду съ изученіемъ металлическихъ лучей я изучалъ и свойства инфра-красныхъ лучей¹⁾. Это привело меня къ открытію невидимой люминисценціи, явленіе, никогда не подозрѣвавшееся и которое дало мнѣ возможность снимать предметы, остававшіеся въ теченіе 18 мѣсяцевъ въ темнотѣ.

Окончивъ эти изслѣдованія, я сталъ продолжать изученіе металлическихъ лучей.

Въ началѣ 1897 года я напечаталъ въ „Comptes rendus de l'Academie des Sciences“, что всѣ тѣла, подвергнутыя дѣйствію свѣта, испускаютъ лучи, способные сдѣлать воздухъ проводникомъ электричества²⁾. Спустя нѣсколько недѣль я въ этихъ „Comptes rendus“ далъ детали опытовъ, подтверждавшихъ изложенное. Я указалъ на аналогію этихъ лучей, испускаемыхъ всѣми тѣлами подѣ дѣйствіемъ свѣта, съ лу-

1) Чтобы не смѣшать двухъ различныхъ вещей, я сохранилъ терминъ „черный свѣтъ“ для этихъ лучей; мы ихъ изслѣдуемъ въ другомъ томѣ, посвященномъ изученію энергіи. Ихъ свойства значительно отличаются отъ свойствъ обыкновеннаго свѣта, но не тѣмъ, что они невидимы (это свойство не характерное, ибо оно зависитъ отъ устройства нашего глаза), но совершенно специальными особенностями, какъ, напримѣръ,—способностью проникать черезъ большое число непрозрачныхъ тѣлъ и производить дѣйствія, прямо обратныя дѣйствіямъ другихъ лучей спектра.

2) Это свойство осталось отличительнымъ признакомъ радиоактивныхъ тѣлъ. Благодаря ему удалось изолировать радій и полоній.

чами природы катодных лучей. Этой аналогии тогда никто не предполагалъ. Къ этому времени были опубликованы первыя изслѣдованія Becquerel'я. Воспроизводя забытые опыты Nierce de Saint-Victoir'a и пользуясь, какъ послѣдній, солями урана, онъ показалъ, какъ это ужъ сдѣлалъ Nierce de Saint-Victoir, что эти соли испускаютъ въ темнотѣ лучи, способные дѣйствовать на фотографическую пластинку. Продолжая эти опыты, Becquerel пришелъ къ заключенію, что это лучеиспусканіе продолжается неопредѣленное время.

Въ чемъ состоитъ это лучеиспусканіе? Находясь подъ вліяніемъ Nierce de Saint-Victoir'a, г. Becquerel вначалѣ думалъ, что онъ имѣетъ дѣло съ явленіемъ, которое Nierce de Saint-Victoir называлъ „накопленнымъ свѣтомъ“, т.-е. съ особаго рода невидимой фосфоресценціею, и для доказательства онъ изложилъ въ „Comptes rendus“ цѣлый рядъ опытовъ, которые заставили его думать, что лучи, испускаемые ураномъ, преломляются, отражаются и поляризуются.

Этотъ пунктъ былъ основнымъ. Если лучи, испускаемые ураномъ, преломляются и поляризуются, мы, очевидно, имѣемъ дѣло съ лучами, идентичными лучамъ свѣта. Это только особаго рода невидимая фосфоресценція. Если же они не преломляются, не поляризуются, то мы имѣемъ дѣло съ абсолютно различнымъ и совершенно неизвѣстнымъ явленіемъ. Я не могъ согласовать моихъ опытовъ съ опытами Becquerel'я. Я ихъ повторилъ съ различными аппаратами и пришелъ къ заключенію, что лучи урана не поляризуются. Итакъ, мы имѣемъ дѣло не съ нѣкоторой формой свѣта, а съ совершенно безвѣстнымъ явленіемъ, образующимъ, какъ я увѣрялъ въ началѣ моихъ изслѣдованій, новую силу. „Свойства урана это — только частный случай общаго закона“. Этимъ заключеніемъ я закончилъ одну изъ своихъ замѣтокъ въ „Comptes rendus“ за 1897 г. Почти три года я одинъ утверждалъ, что лучи урана не поляризуются. Только послѣ опытовъ американскаго физика Rutheford'a г. Becquerel призналъ, что онъ ошибся.

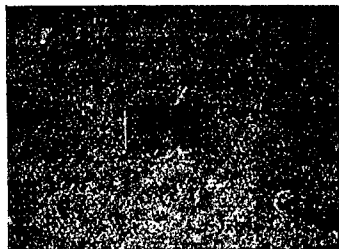
Я думаю, что въ исторіи науки будетъ признана весьма любопытной и поучительной глава о томъ, что въ теченіе трехъ лѣтъ не нашлся ни одинъ физикъ, который взялся бы за легкое повтореніе опытовъ г. Becquerel'я надъ поляризациею лучей урана. Напротивъ, самые выдающіеся физики печатали замысловатая теоріи, чтобъ объяснить это отраженіе, это преломленіе и эту поляризацию.

Здѣсь повторилась исторія мальчика съ золотыми зубами, о которомъ ученые того времени писали много важныхъ статей, пока одному скептику не пришло въ голову пойти посмотреть, дѣйствительно ли мальчикъ, о которомъ шла рѣчь, родился съ золотыми зубами.

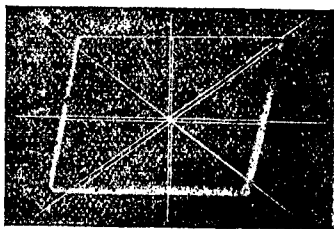
Аппараты, которыми пользовался въ 1897 году Густавъ Лебонтъ, чтобъ показать, на основаніи отсутствія поляризаціи, что лучи, испускаемые солями урана, не относятся къ невидимому черному свѣту, какъ это тогда утверждали.

Одинъ изъ этихъ двухъ аппаратовъ представляетъ собой хорошо извѣстную систему скрещенныхъ турмалиновыхъ пластинокъ. Этотъ аппаратъ хорошо извѣстенъ и его лишне описывать. Онъ только тѣмъ отличается отъ аппарата, которымъ Вескерегю, какъ онъ полагалъ, удалось доказать поляризацію лучей урана, что турмалиновые пластинки наклеены на толстой металлической пластинкѣ съ цѣлью помѣшать эманации урана вращаться вокругъ нихъ.

Второй аппаратъ изобрѣтенъ нами для проверки отрицательныхъ результатовъ, которые даютъ турмалиновые щипцы. Онъ состоитъ изъ металлической пластинки, въ которой вырѣзываютъ тоненькія полоски, покрывающіяся пластинкой изъ исландскаго шпата. Когда мы помѣщаемъ аппаратъ между источникомъ видимаго или невидимаго свѣта и фотографической пластинкой, мы получаемъ вслѣдствіе двойного преломленія раздвоеніе линий, которое указываетъ на поляризацію этихъ лучей. Это раздвоеніе ясно видно на фотографіи аппарата, воспроизведенной здѣсь и полученной обыкновеннымъ свѣтомъ.



Фиг. 1.



Фиг. 2.

Послѣ такого примѣра трудно будетъ отрицать, что въ наукѣ авторитетъ служить существеннымъ элементомъ доказательства. Не слѣдуетъ поэтому смѣяться надъ людьми среднихъ вѣковъ, для которыхъ слова Аристотеля служили единственнымъ источникомъ доказательства.

Предоставивъ самой себѣ доктрину, которую я одинъ защищалъ въ теченіе многихъ лѣтъ, я продолжалъ свои изслѣдованія, расширилъ кругъ своихъ опытовъ и показалъ, что эти же лучи вызываются не только подъ влияніемъ свѣта, но и другими факторами,—особенно химическими реакціями. Чѣмъ дальше, тѣмъ все болѣе выяснялось, что лучи урана, согласно моему неоднократному утвержденію, только частный случай весьма общаго закона.

Этотъ общій законъ, который я безпрестанно изучалъ, состоитъ въ слѣдующемъ: по различнымъ причинамъ, напримѣръ, подъ влияніемъ свѣта, химическихъ реакцій, электричества и часто безпричинно, атомы тѣлъ распадаются и испускаютъ лучи изъ семьи катодныхъ лучей.

Это обобщеніе теперь почти всеми признано, но изъ

предшествовавшего видно, что было нѣсколько смѣло впервые его формулировать. Какъ можно было допускать родство лучей урана съ другими излученіями, катодными или другими, разъ всѣ физики, довѣряя Becquerel'ю, полагали, что эти лучи поляризуются и преломляются?

Когда вопросъ о поляризациі былъ окончательно рѣшенъ, понадобилось мало времени, чтобъ признать точность оглашенныхъ мной фактовъ. Но это произошло только тогда, когда нѣмецкіе физики Meyer, Giesel и Schweider въ 1899 г. открыли, что лучи радиоактивныхъ тѣлъ, подобно катоднымъ лучамъ, отклоняются подѣ дѣйствіемъ магнита. Тогда стали проводить аналогію между всѣми этими явленіями.

Многіе физики взяли тогда за изученіе этого вопроса, важность котораго росла съ каждымъ днемъ. Со всѣхъ сторонъ появились новые факты, а открытіе Кюри радія дало живой толчокъ этимъ изслѣдованіямъ.

Г-нъ De Heen, профессоръ физики въ Льежскомъ университетѣ и директоръ знаменитаго физическаго института того же города, первый цѣлкомъ принялъ обобщеніе, которое я пытался установить. Продолживъ и развивъ мои опыты, онъ объявилъ въ одной изъ своихъ замѣтокъ, что онъ ихъ въ отношеніи ихъ важности уподобляетъ открытію Х-лучей. Они служили ему началомъ многочисленныхъ изслѣдованій, которыя привели его къ замѣчательнымъ результатамъ. Толчекъ былъ данъ, осталось только пойти дальше. Со всѣхъ сторонъ стали искать радиоактивности, т.-е. продуктовъ диссоціациі матеріи, и ее повсюду нашли. Безпричинное лученоспусканіе чаще всего очень слабо, но оно становится значительнымъ, когда тѣло подвергается вліянію различныхъ факторовъ, напримѣръ, свѣта, теплоты и т. д. Теперь всѣ физики группируютъ въ одну семью катодные лучи, лучи урана и радія, и лучи тѣлъ, диссоциирующихъ подѣ вліяніемъ свѣта или теплоты и т. д.

Если, несмотря на мои опыты, эта аналогія непосредственно не была принята, то это потому, что иногда обобщеніе явленій труднѣе найти, чѣмъ факты, откуда оно истекаетъ. Но прогрессъ науки обязанъ этимъ обобщеніямъ. „Всякій великій прогрессъ въ наукѣ, говоритъ философъ Jevons, сводится къ великому обобщенію, отмѣчающему глубокія и скрытыя черты сходства“.

Общность явленія диссоціациі матеріи была бы замѣчена далеко раньше, еслибъ ближе присматривались къ множеству извѣстныхъ фактовъ; но ихъ не замѣчали. Они къ тому же были разбросаны въ различныхъ отдѣлахъ физики.

Уже давно извѣстно, что подѣ вліяніемъ ультра-фіоле-

товыхъ лучей уменьшается электрическій зарядъ тѣла, никто не думалъ связывать это явленіе съ катодными лучами. Уже больше пятидесяти лѣтъ какъ, Niepce de Saint-Victoir замѣтилъ, что соли урана дѣйствуютъ въ темнотѣ на фотографическую пластинку въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ. Но это явленіе было оставлено въ сторонѣ, ибо, повидимому, его нельзя было свести ни къ какимъ извѣстнымъ явленіямъ. Сто лѣтъ было извѣстно, что наэлектризованныя тѣла теряютъ свой зарядъ подѣ влияніемъ газовъ пламени, но никто не взялся за изслѣдованіе причины этого явленія. Потеря электрическаго заряда подѣ влияніемъ обыкновеннаго свѣта была отмѣчена уже много лѣтъ тому назадъ, но это явленіе считалось частнымъ, присущимъ только нѣсколькимъ металламъ, и никто не подозревалъ, насколько оно обще и важно.

Большими трудностями сопровождалось изученіе извѣстныхъ фактовъ, которые никто не думалъ связать съ радиоактивностью. Трудности всегда состоятъ не въ производствѣ опытовъ, но „въ пониманіи неподозрѣваемыхъ аналогій, позволяющихъ ориентироваться въ лабиринтѣ сложныхъ явленій“.

Разумъ выводитъ послѣдствія, вытекающія отъ того или другого факта, опытъ позволяетъ провѣрять эти умозаключенія и выводитъ изъ нихъ другія. Когда Oersted открылъ, что стрѣлка компаса отклоняется токомъ, Амперъ тотчасъ же понялъ всѣ послѣдствія этого явленія и въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ онъ создалъ новый отдѣлъ въ физикѣ: электродинамику. Когда ему удалось при помощи соленоида намагнитить металлъ, онъ сталъ добиваться обратнаго явленія—получать токи при помощи магнитовъ. Ему это не удавалось, ибо вмѣсто того, чтобъ перемѣщать магниты, онъ ихъ оставлялъ въ покоѣ. Фарадею пришла въ голову эта мысль, и ему обязана своимъ существованіемъ современная электротехника.

Всѣ перечисленные выше факты и многіе другіе, какъ, напримѣръ, происхожденіе электричества и солнечной теплоты, очень различны на видъ. Но они, какъ я это показаль, послѣдствія одного и того же факта,— факта диссоціаціи матеріи.

Признаніе диссоціаціи матеріи позволило проникнуть въ безвѣстный міръ, управляемый новыми силами, гдѣ матерія, теряя всѣ свои свойства, становится невѣсомой, легко проникаетъ черезъ преграды и обладаетъ цѣлымъ рядомъ непредвидѣнныхъ свойствъ.

Я получилъ полное удовлетвореніе, что при моей жизни были признаны факты, на которыхъ я обоспывалъ изложенныя ниже теоріи. Я долго отчаивался и не разъ хотѣлъ

оставить свои изслѣдованія. Они, на самомъ дѣлѣ, имѣли плохой пріемъ во Франціи. Многія изъ моихъ статей, представленныхъ мною въ Академію наукъ, вызывали цѣлыя бури. Большинство членовъ физическаго отдѣленія энергично противъ нихъ возставали, а научные журналы имъ подражали. Мы такъ гипнотизированы, такъ поработочены официальной наукой, что относимся съ нетерпимостью къ новымъ независимымъ взглядамъ.

Теперь, когда мои идеи до извѣстной степени медленно проникли въ умы физиковъ, было бы съ моей стороны неблагодарно жаловаться на критиковъ или на молчаніе большинства физиковъ, которые игнорировали мои изслѣдованія. Достаточно отмѣтить, что они ими воспользовались. Книга о природѣ романъ захватывающаго содержанія, и расшифрование нѣкоторыхъ страницъ этого романа окупаетъ трудъ, потраченный на это расшифрование. Я бы не посвятилъ больше, чѣмъ восемь лѣтъ, этимъ дорого-стоющимъ опытамъ, еслибъ не сознавалъ того великаго философскаго интереса и того глубокаго переворота, который они произведутъ въ основныя научныя теоріи.

Съ открытіемъ всеобщей диссоціаціи матеріи связано открытіе интра-атомной энергіи, при помощи которой мнѣ удалось объяснить радіоактивныя явленія. Последнее явилось слѣдствіемъ перваго. Открытіе интра-атомной энергіи нельзя сравнить съ открытіемъ всеобщности диссоціаціи матеріи. Всеобщая диссоціація — фактъ, а существованіе интра-атомной энергіи только толкованіе этого факта. Такое толкованіе, между прочимъ, необходимо, ибо, испытывъ различныя гипотезы для объясненія радіоактивныхъ явленій, почти всѣ физики примкнули, наконецъ, къ объясненію, которое я предлагалъ, объявивъ, что наука стоитъ предъ новой, совершенно незнакомой силой.

Читателю, пожалуй, будетъ интересно знать, какъ были встрѣчены въ различныхъ странахъ изслѣдованія, которыя были здѣсь кратко резюмированы. Особенно они вызывали живой интересъ за-границей.

Во Франціи имъ не былъ устроенъ всеобщій радушный пріемъ. Это видно изъ очерка, опубликованнаго г. Dastre'омъ, профессоромъ Сорбонны и членомъ Академіи Наукъ.

„Въ теченіе пяти лѣтъ былъ сдѣланъ длинный путь въ области обобщенія явленій радіоактивности. Отправившись отъ точки зрѣнія специфической особенности урана и пришло къ допущенію естественнаго, почти всеобщаго явленія. Справедливымъ будетъ отмѣтить, что этотъ результатъ почти съ пророческой проинципальностью былъ предсказанъ Густавомъ Лебономъ. Съ самаго начала этотъ ученый старался пока-

зять, что дѣйствіе свѣта, опредѣленныя химическія реакціи, электрическія явленія вызываютъ проявленіе этого особаго рода энергій. Далеко не рѣдкое образованіе этихъ лучей происходитъ безпрестанно. Не падаетъ ни одинъ солнечный лучъ на металлическую поверхность, не вспыхиваетъ ни одна электрическая искра, не производится ни одинъ электрический разрядъ, никакое тѣло не раскаляется безъ появленія чистаго или преобразованнаго катоднаго луча. Густаву Лебону принадлежить честь, что онъ первый замѣтилъ великую общность этого явленія, несмотря на то, что онъ не кстати пользовался терминомъ „черный свѣтъ“. Онъ, тѣмъ не менѣе, схватилъ общность и основныя черты этого явленія. Особенно онъ поставилъ это явленіе на его вѣрное мѣсто, перенесъ его изъ кабинета физика въ большую лабораторію природы¹⁾.

Въ одномъ изъ обзорѣй работъ по физикѣ, которыя профессоръ Lucien печатаетъ каждый годъ, послѣдній далъ очень ясное резюме моихъ изслѣдованій въ слѣдующихъ строкахъ:

„Г. Густавъ Лебонъ, которому мы обязаны многочисленными замѣтками относительно явленія различныхъ лучеиспусканій, выдѣляемыхъ матеріею, и который безспорно былъ однимъ изъ первыхъ, полагавшихъ, что радиоактивность—общее явленіе природы, допускаетъ, что подъ вліяніемъ различныхъ причинъ, а часто безпричинно, атомы простыхъ тѣлъ распадаются и испускаютъ лучи одного рода съ катодными и X-лучами; но все эти явленія—лишь частныя виды новой формы энергій, совершенно отличной отъ электрической энергій, и столь же распространенной въ природѣ, какъ теплота. Г. De Heen высказываетъ подобные же взгляды“.

Въ приведенныхъ строкахъ мнѣ остается только исправить ту часть фразы, гдѣ знаменитый ученый говоритъ, что я былъ „однимъ изъ первыхъ“, указавшихъ, что радиоактивность—всеобщее явленіе. Слѣдуетъ читать „первый“.

Достаточно сослаться на текстъ и на даты публикованія моихъ замѣтокъ, чтобы въ этомъ убѣдиться²⁾.

¹⁾ Rev. des Deux Mondes, 1901.

²⁾ Моя первая замѣтка по вопросу о диссоціаціи всѣхъ тѣлъ подъ дѣйствіемъ свѣта появилась въ Revue Scientifique въ маѣ 1897 г. Замѣтка о радиоактивности подъ вліяніемъ химическихъ дѣйствій—въ апрѣлѣ 1900 года. Замѣтка, указывающая на безпричинную радиоактивность обыкновенныхъ тѣлъ, появилась все въ томъ же обзорѣй, въ ноябрѣ 1902 года.

Первые опыты, которыми физики старались доказать, что радиоактивность можно наблюдать у другихъ тѣлъ, помимо урана, торія и радія, были опубликованы Strutt'омъ, Lenan'омъ, Burton'омъ и т. п. только между іюнемъ и августомъ 1903 года. Воспроизведеніе нѣкоторыхъ изъ моихъ текстовъ читатель найдетъ въ концѣ

Естественно, что нѣтъ пророковъ въ своемъ отечествѣ. Достаточно, если удастся въ нѣкоторой степени быть пророкомъ въ другомъ мѣстѣ. Важность результатовъ, обнаруженныхъ моими опытами, была быстро оцѣнена въ другихъ странахъ. Они вызвали многочисленныя изслѣдованія. Я ограничусь воспроизведеніемъ нѣкоторыхъ отрывковъ.

Первый — это часть вступленія, которое профессоръ Рю предпослалъ четыремъ статьямъ, посвященнымъ имъ моимъ опытамъ въ англійскомъ журналѣ „English mechanic and World of science“¹⁾.

„Въ теченіе десяти лѣтъ Густавъ Лебонъ продолжалъ свои изслѣдованія природы опредѣленныхъ лучей, которые онъ вначалѣ называлъ Чернымъ свѣтомъ. Онъ приводилъ въ негодованіе ортодоксальныхъ физиковъ своимъ смѣлымъ утвержденіемъ, что существуетъ нѣчто, чего раньше совершенно не знали. Однако, его опыты заставили другихъ изслѣдователей пробѣдить его утвержденія, и они открыли много непредвидѣнныхъ фактовъ. Rutheford въ Америкѣ, Nodon во Франціи, De Heen въ Бельгii, Lenard въ Австріи, Elster и Geitel въ Швейцаріи успѣшно послѣдовали за Густавомъ Лебономъ. Резюмируя теперь свои изслѣдованія, сдѣланныя имъ въ теченіе шести лѣтъ, Густавъ Лебонъ доказываетъ, что онъ открылъ новую силу природы, проявляющуюся во всѣхъ тѣлахъ. Его опыты бросаютъ яркій свѣтъ на такія темныя явленія, какъ Х-лучи, радиоактивность, электрическое разряженіе, дѣйствіе ультра-фіолетоваго свѣта и т. д. Классическіе труды въ полномъ невѣдѣніи относительно этихъ явленій, и самые выдающіеся физики не въ состояніи ихъ объяснить“.

Вторая статья, изъ которой я сдѣлаю выдержку, принадлежитъ г. Legge, помѣстившему ее въ журналѣ „The Academy“ отъ 6 декабря 1902 года подъ заглавіемъ: „A new form of Energy“:

„Нѣтъ ничего болѣе интереснаго, чѣмъ переворотъ, происшедшій въ теченіе десяти лѣтъ въ умахъ ученыхъ по вопросу о силѣ и матеріи... Атомистическая теорія, по которой каждая часть тѣла состоитъ изъ недрѣлимыхъ атомовъ, способныхъ комбинироваться только въ опредѣленныхъ пропорціяхъ, была предметомъ научной вѣры. Она привела къ утвержденіямъ, подобнымъ утвержденію одного изъ послѣднихъ президентовъ Химическаго Общества, который въ одной своей годовой рѣчи увѣрялъ своихъ слушателей, что эра открытій въ химіи закончена и что поэтому слѣдуетъ

этой работы. (XIV глава. Документы, относящіеся къ исторіи диссоціи матеріи).

¹⁾ Нумера отъ января до апрѣля 1903 г.

обратить вниманіе исключительно на классификацію извѣстныхъ явленій. Но едва это предсказаніе было сдѣлано, какъ его ложность стала очевидной. Круксъ открылъ радіацію матеріи, Рентгенъ свои лучи, и теперь Густавъ Лебонъ въ въ цѣломъ рядѣ статей идетъ еще дальше. Онъ показываетъ, что всѣ эти новыя явленія не различныя, но одна и та же сущность, что они — послѣдствія проявленія совершенно особой формы матеріи, скорѣе похожей на силу, чѣмъ на матерію... Послѣдствія изслѣдованій Густава Лебона, на самомъ дѣлѣ, громадны. Они бы разрушили цѣликомъ зданіе химіи. Пришлось бы составить новую систему, въ которой матерія проходитъ черезъ матерію, и гдѣ элементы образуютъ различныя формы одной и той же сущности. Но это ничто въ сравненіи съ мостомъ, который былъ бы сооруженъ между вѣсомымъ и невѣсомымъ мірами, на который Густавъ Лебонъ смотритъ, какъ на результатъ своихъ изслѣдованій и который, видимо, предчувствовалъ Вильямъ Круксъ въ одномъ изъ своихъ докладовъ въ Royal Society“.

Къ этимъ цитатамъ я прибавлю нѣсколько строкъ одной изъ статей, которая профессоръ физики льежскаго университета г. de Heen посвятилъ моимъ изслѣдованіямъ:

„Извѣстенъ шумъ, который открытіе X-лучей произвело въ мірѣ. За этимъ открытіемъ послѣдовало новое открытіе, повидимому, болѣе скромное, но на самомъ дѣлѣ, возможно, такое же важное — это открытіе Чернаго свѣта, — результатъ изслѣдованій Густава Лебона. Послѣдній показалъ, что тѣла, подвергнутыя дѣйствію свѣта, особенно металлы, пріобрѣтаютъ способность испускать лучи, подобныя X-лучамъ, и скоро признать, что рѣчь идетъ не объ исключительномъ явленіи, но, напротивъ, о родѣ явленій, столь же распространенныхъ въ природѣ, какъ тепловыя, электрическія и свѣтovyя явленія. Съ тѣхъ поръ мы одинаково защищаемъ этотъ тезисъ“.

Но все это старая исторія. Прошелъ гнѣвъ, который мои первыя изслѣдованія вызвали во Франціи. Лабораторный персоналъ, когда-то столь враждебный мнѣ, встрѣтилъ симпатичнымъ любопытствомъ первыя изданія этой работы. Въ этомъ меня убѣждаютъ многочисленныя статьи, особенно, изслѣдованіе, опубликованное однимъ изъ самыхъ почтенныхъ молодыхъ ученыхъ въ Сорбоннѣ. Вотъ оттуда нѣкоторыя выдержки:

„Густаву Лебону принадлежитъ честь, что онъ первый возсталъ противъ догмы о неразрушимости матеріи и разрушилъ ее въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ. Въ 1896 году онъ опубликовалъ маленькую статью, которая отмѣчаетъ собой одну изъ важныхъ датъ въ исторіи наукъ, такъ какъ она была отправнымъ пунктомъ открытія диссоціаціи матеріи...“

Къ извѣстнымъ формамъ энергій, —теплотѣ, свѣту и т. д.—нужно прибавить еще одну форму энергій—интра-атомную энергію. Реальность этой формы энергій, съ которой насъ знакомить Густавъ Лебонъ, опирается не на теорію, но на факты опыта; несмотря на то, что она до сихъ поръ неизвѣстна, она самая могущественная изъ извѣстныхъ намъ силъ. Она, пожалуй, является началомъ большинства изъ нихъ.

...Начало работы объ эволюціи матерій производитъ на читателя глубокое впечатлѣніе. Чувствуется дуновение геніальной мысли. Густава Лебона сравнивали съ Дарвиномъ. Если нужно дѣлать сравненія, я бы его сравнилъ съ Ламаркомъ. Ламаркъ первый имѣлъ ясное представленіе объ эволюціи живыхъ существъ. Густавъ Лебонъ первый призналъ возможность эволюціи матерій, общность радіоактивности, въ которой проявляется расщиваніе матерій¹⁾.

Читатель, надѣюсь, проститъ мнѣ предшествовавшую маленькую защитительную рѣчь. Къ этому меня принуждаетъ упорная забывчивость нѣкоторыхъ физиковъ²⁾.

Открытія мною новыя явленія достались мнѣ цѣной большихъ усилій, затратъ и заботъ. Поневолѣ вспоминаешь обстоятельства, сопровождавшія столь трудно добытое открытіе этихъ новыхъ истинъ.

¹⁾ Georges Bohn. Revue des idées за 15 января 1905. г.

²⁾ Доказательствомъ узости и боязливости мысли нѣкоторыхъ нашихъ французскихъ университетскихъ ученыхъ можетъ служить то, что двое изъ нихъ, Гг. Abraham и Langevin, найдя полезнымъ напечатать въ двухъ громадныхъ томахъ все то, что было писано по вопросу о іонизаціи и радіоактивности, не посмѣли вспомнить ни объ одной изъ моихъ статей. Это отмѣтилъ профессоръ Lorenz въ работѣ, напечатанной имъ по поводу моихъ изслѣдованій въ Bulletin de la Société chimique de Belgique. Среди моихъ статей были, однако, нѣкоторыя, гдѣ была описана радіоактивность, которую приобрѣтаютъ нѣкоторыя тѣла подъ вліяніемъ простыхъ химическихъ реакцій, какъ гидрація. Важность этого явленія не ускользнула отъ выдающихся иностранныхъ физиковъ, ибо они повторяли и долго развивали мои опыты, не забывая, конечно, цитировать ихъ автора. Очень трудно, какъ видно, быть пророкомъ въ своемъ отечествѣ.

КНИГА ВТОРАЯ.

Интра-атомная энергія и силы, отъ нея происходяція.

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

Интра-атомная энергія. Ея величина.

§ 1. Существованіе интра-атомной энергіи.

Мы дали названіе интра-атомной энергіи новой силѣ, совершенно отличной отъ всѣхъ, до сихъ поръ извѣстныхъ силъ. Эта сила проявляется во время диссоціаціи матеріи. Съ точки зрѣнія хронологіи, слѣдовало бы сначала описывать эту диссоціацію матеріи. Но такъ какъ интра-атомная энергія управляетъ всѣми явленіями, изучаемыми въ этой работѣ, мы предпочли начать съ изученія этой энергіи. Мы предполагаемъ, что извѣстны явленія, имѣющія отношеніе къ диссоціаціи матеріи и которыя позже нами будутъ изложены. Теперь мы ограничимся напоминаніемъ одного изъ основныхъ, а именно: выдѣленіе тѣломъ во время диссоціаціи нематеріальныхъ частицъ, выбрасываемыхъ со скоростью, равной трети, а иногда даже превосходящей третью скорости свѣта.

Такая скорость далеко превосходитъ скорость, которую мы въ состояніи получить при помощи извѣстныхъ и находящихся въ нашемъ распоряженіи силъ. Этотъ важный фактъ слѣдуетъ отмѣтить съ самаго начала изслѣдованія. Нѣкоторыя цифры его пояснять.

Простое вычисленіе показываетъ, на самомъ дѣлѣ, что для того, чтобъ сообщить нулѣ скорость, которую имѣютъ частицы распадающейся матеріи, нужно обладать огнестрѣльнымъ орудіемъ, вмѣщающимъ миллионъ триста сорокъ тысячъ боченковъ пороху.

Вотъ, впрочемъ, вычисленіе:

Определение расхода энергии, необходимой для того, чтобы сообщить материальной массе скорость, равную скорости частиц, выделяемых распадающейся материей.

Пренебрегая сопротивлением воздуха, которое усложняет вычисление, мы можем легко определить величину материальной массы, которая под влиянием силы, например, силы, необходимой, чтобы толкнуть ружейную пулю, приобретает скорость, равную скорости частиц диссоциирующей материи. Это вычисление покажет непосредственно величину интра-атомной энергии.

Энергия, развиваемая обыкновенной ружейной пулей, обладающей скоростью в 640 метров в секунду, дается формулой:

$$T = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{0.015}{9.81} \times 640^2 = 313 \text{ кг.-м.}$$

Будем искать вѣсъ пули для того, чтобы под влиянием того же количества энергии она имѣла в пустотѣ скорость в 100.000 километров в секунду; имѣемъ:

$$313 = \frac{1}{2} \frac{X}{9.81} \times 100.000.000^2.$$

Выполняя вычисление, мы получаемъ для пули вѣсъ немного выше шестидесяти миллионныхъ миллиграмма. При такомъ вѣсѣ ея скорость равняется скорости частицъ распадающейся материи, а пороховой ея зарядъ—обыкновенный, необходимый, чтобы толкнуть ружейную пулю.

Зная, что пулю 2,75 грамма пороху, чтобы толкнуть лебеллевскую пулю вѣсомъ в 15 граммъ, мы, при нашихъ данныхъ, легко исчисляемъ, что пулю 67 миллионныхъ килограммъ т.-е. приблизительно 1.340.000 боченковъ пороху, вѣсящихъ каждый 50 килограммъ, чтобы сообщить пули скорость в 100.000 километров в секунду.

Простыми способами, которые мы укажемъ в другомъ мѣстѣ, была измѣрена скорость частицъ, выделяемыхъ радиоактивными тѣлами. Величина этой скорости показываетъ, что во время диссоциации атомовъ освобождается громадное количество энергии. Напрасно физики тогда, а многие еще и теперь, ищутъ во-внѣ источники этой энергии. Принимали въ качествѣ основного принципа положеніе, что матерія инертна и что она только въ состояніи возвращать въ тѣ-которой формѣ энергию, которой ее снабжаютъ.

Поэтому полагали, что источникъ проявляемой энергии можетъ быть только во-внѣ. Когда я показалъ, что радиоактивность—явленіе всеобщее, а не исключительное, присущее только нѣкоторымъ тѣламъ, вопросъ еще больше запутался. Такъ какъ эта радиоактивность повсюду появляется подъ

вліяніємъ ви́шняго фактора,—теплоты, химическихъ силъ и т. д., то понятно, почему въ этихъ ви́шнихъ причинахъ искали начала обнаруженной энергіи, несмотря на то, что не было никакого соотвѣтствія между размѣрами произведенныхъ дѣйствій и ихъ предполагавшейся причинной.

Для тѣхъ безпричинно радиоактивныхъ невозможно было никакое объясненіе, вотъ почему этотъ вопросъ оставался безъ отвѣта и казался неразрѣшимымъ. Однако, его рѣшеніе очень просто. Достаточно было оставить нѣкоторыя классическія догмы, чтобъ открыть начало силъ, которыя производятъ радиоактивность.

Прежде всего отмѣтимъ, что, какъ показываетъ опытъ, частицы, выдѣляющіяся во время диссоціаціи, одинаковаго характера независимо отъ тѣла и отъ способовъ диссоціаціи. Идетъ ли рѣчь о безпричинномъ лученспусканіи частицъ радія, о лученспусканіи металла подѣ дѣйствіемъ свѣта или о лученспусканіи, наблюдаемомъ въ приборѣ Крукса—лученспускаемыя частицы одинаковы.

Это говорить въ пользу того, что начало энергіи, вызывающей эти явленія, одно и то же. Такъ какъ энергія эта не находится внѣ матеріи, то естественно, что она существуетъ внутри матеріи. Этой энергіи мы и дали названіе интра-атомной энергіи. Каковы ея основныя черты?

Она отличается отъ всѣхъ извѣстныхъ намъ силъ своей громадной сконцентрированностью, своей чудовищной мощью и постоянствомъ образуемыхъ ею равновѣсій. Мы скоро увидимъ, что если бы намъ удалось разложить не тысячные доли миллиграмма, а нѣсколько килограммовъ, мы обладали бы источникомъ энергіи, въ сравненіи съ которымъ ничтоженъ запасъ каменнаго угля нашихъ шахтъ.

Благодаря такой величинѣ интра-атомной энергіи радиоактивныя явленія совершаются съ рѣдкой интенсивностью. Она вызываетъ выдѣленіе частицъ, обладающихъ громадною скоростью, проникающихъ черезъ матеріальныя тѣла, появленіе X-лучей и т. п. Эти явленія мы подробно изучимъ въ другихъ главахъ. Теперь ограничимся только указаніемъ на то, что подобныя явленія не могутъ быть порождаемы ни одной изъ извѣстныхъ намъ силъ.

Очень легко констатировать всеобщность интра-атомной энергіи. Повсюду ее находятъ, ибо повсюду существуетъ радиоактивность. Равновѣсія, которыя образуетъ интра-атомная энергія, устойчивы, такъ какъ матерія такъ слабо разлагается, что ее долго считали неразрушимой.

Собственно говоря, дѣйствія, производимыя на наши чувства этими устойчивыми равновѣсіями, мы и называемъ матеріею. Другія формы энергіи, свѣтъ, электричество и т. д., характеризуются весьма неустойчивыми равновѣсіями.

Не трудно объяснить происхождение интра-атомной энергии. Если согласиться с астрономами, что конденсация нашей туманности достаточна сама по себе для объяснения образования нашей солнечной системы, то понятно, что подобная конденсация эфира могла бы породить энергию, заключающуюся в атоме. Последний может быть уподоблен сферам, в которой не превращающийся в жидкость газ испоконь вѣковъ подвергался давлению въ миллиарды атмосферъ.

Если эта новая сила,—наиболѣе распространенная и наиболѣе могущественная изъ всѣхъ силъ природы, не была извѣстна до сихъ поръ, то это, во-первыхъ, потому, что не доставало реактива для ея обнаруженія и, наконецъ, потому, что сложившееся въ началѣ вѣковъ строеніе атомовъ такъ прочно, такъ постоянно, что его диссоціація, по крайней мѣрѣ современными средствами, очень слаба. Въ противномъ случаѣ міръ давно бы распался.

Но какъ случилось, что открытіе интра-атомной энергии не послѣдовало тотчасъ за открытіемъ радиоактивности, особенно послѣ моихъ указаній на всеобщность этого явленія?

Это легко объяснить, если вспомнить, что положеніе о способности матеріи самостоятельно породить энергию шло въ разрѣзъ съ извѣстными принципами. Научныя догмы, несмотря на ихъ хрупкость, подобно богамъ старыхъ вѣковъ, внушаютъ суевѣрную боязнь.

§ 2. Опредѣленіе количества интра-атомной энергии матеріи.

Мы сказали нѣсколько словъ о величинѣ интра-атомной энергии; попытаемся теперь ее измѣрить. Слѣдующія цифры покажутъ, что, независимо отъ употребляемаго способа, мы при измѣреніи энергии, освобождаемой опредѣленнымъ вѣсомъ распавшейся матеріи, получаемъ числа, далеко превосходящія числа, которыя даютъ извѣстныя химическія реакціи, напримѣръ, горѣніе каменнаго угля. Только въ силу этого, несмотря на столь слабую диссоціацію, громады вызываемыя ею дѣйствія, Мы ихъ опредѣлимъ. Различныя способы, употребляющіеся для измѣренія скорости частицъ диссоціирующей матеріи даютъ сходныя цифры, все равно, идетъ ли рѣчь о радіи или о какихъ-нибудь металлахъ.

Для нѣкоторыхъ радиоактивныхъ явленій эта скорость равняется скорости свѣта. Для другихъ она равняется трети этой скорости. Возьмемъ меньшую изъ этихъ цифръ—100.000 километровъ въ секунду—и попытаемся опредѣлить энергию, которую производитъ полная диссоціація одного грамма какого-нибудь тѣла. Возьмемъ мѣдный сантиметъ, вѣсящій, какъ извѣстно, одинъ граммъ, и предположимъ, что, увеличивая

скорость его диссоціаціи, мы его окончательно разложимъ. Такъ какъ кинетическая энергія движущагося тѣла равняется половинѣ произведенія его массы на квадратъ его скорости, то простымъ вычисленіемъ мы получаемъ работу, которую производятъ частицы этого грамма матеріи, движущіяся съ допущенной нами скоростью. Мы имѣемъ на самомъ дѣлѣ:

$$T = \frac{0.001}{9.81} \times \frac{1}{2} \times 100.000.000^2 = 510$$

милліардовъ, килограмметровъ, приблизительно, мощность въ шесть милліардовъ, восемьсотъ милліоновъ лошадиныхъ силъ, если эта работа расходуется въ секунду.

При удобномъ пользованіи, этой энергіи хватило бы для провоза товарнаго поѣзда по пути, равному четыремъ и одной четверти окружности земли *).

Угля для такого пути потребовалось бы 2.830.000 килограммовъ. Считая тонну въ 24 франка, получаемъ расходъ въ 68.000 франковъ. 68.000 франковъ выражаетъ такимъ образомъ товарную стоимость питра-атомной энергіи мѣднаго сантима.

Размѣры предыдущихъ цифръ, кажущіеся неправдоподобными, зависятъ отъ громадной скорости массъ, о которыхъ идетъ рѣчь. Такой скорости мы не въ состояніи получить при помощи извѣстныхъ намъ механическихъ средствъ.

Въ произведеніи $\frac{mv^2}{2}$ масса въ одинъ граммъ очень мала, скорость громадная, вотъ почему громадны получающіеся результаты. Ружейная пуля, падающая на кожу съ высоты въ нѣсколько сантиметровъ, не производитъ замѣтнаго дѣйствія, вслѣдствіе ея слабой скорости. Съ увеличеніемъ этой скорости ея дѣйствіе становится все болѣе и болѣе смертельнымъ и при скорости въ 1.000 метровъ въ секунду пуля пронзаетъ очень твердыя тѣла. Уменьшеніе массы какой-нибудь частицы не играетъ важной роли, если только увеличить ея скорость. Таковы тенденціи современной артиллеріи, которая все уменьшаетъ калибръ пуль и старается уве-

*) Я предположилъ при этомъ расчетѣ товарный поѣздъ въ 40 вагоновъ, каждый вагонъ 12,5 тоннъ, т.е. вѣсъ всего поѣзда въ 500 тоннъ; движеніе совершается по горизонтальной поверхности въ 36 километровъ въ часъ съ силой тяги для каждой тонны въ 6 килограммовъ въ секунду, т.е. 3.000 килограммовъ на 500 тоннъ. Работа машины, ведущей этотъ поѣздъ со скоростью въ 36 километровъ, равняется 400 лошадиныхъ силъ. Полагая 1,5 килограммъ угля на лошадиную силу въ часъ, получаемъ для 4.722 часовъ (продолжительность пути):

$$4.722 \times 400 \times 1,5 = 2.830.000 \text{ килограммъ.}$$

личить скорость полета. Однако, скорости, которые мы въ состояніи производить, ничто въ сравненіи со скоростью частицъ распадающейся матеріи. Мы не въ состояніи превзойти скорость въ одинъ километръ въ секунду. Скорость же радиоактивныхъ частицъ въ 100.000 разъ больше.

Отсюда огромная сила производимыхъ дѣйствій. Легко отдать себѣ отчетъ въ этихъ разницахъ, зная, что тѣло, обладающее скоростью въ 100.000 километровъ въ секунду, дошло бы отъ земли до луны менѣе, чѣмъ въ четыре секунды, тогда какъ у пушечнаго ядра это продолжалось бы около пяти дней. Принимая во вниманіе только одну часть энергіи, вырабатываемой при радиоактивности, мы получаемъ цифры, меньшія цифръ, данныхъ выше, но все еще громадныя. Измѣренія показали, что одинъ граммъ радія освобождаетъ сто калорій-граммовъ—въ часъ, т.-е. 876.000 калорій въ годъ. Если продолжительность жизни одного грамма, какъ полагаютъ, около 1.000 лѣтъ, то, превращая эти калоріи въ килограммометры, считая 425 килограммометровъ въ большой калоріи, легко понять громадную величину полученныхъ чиселъ. Несомнѣнно, эти калоріи, несмотря на ихъ громадное число, представляютъ только маленькую часть интра-атомной энергіи, такъ какъ послѣдняя расходуется при различныхъ лучеспусканіяхъ.

Фактъ существованія громадной энергіи въ атомѣ только потому оспаривался, что онъ оказался внѣ явленій, прежде отмѣченныхъ опытомъ. Можно, однако, сказать, что, помимо явленій радиоактивности, мы ежедневными наблюденіями замѣчаемъ подобныя концентраціи.

Развѣ не очевидно, на самомъ дѣлѣ, что въ химическихъ соединеніяхъ находится громадное накопленіе электричества? Вѣдь электролизъ воды показываетъ, что одинъ граммъ водорода обладаетъ электрическимъ зарядомъ въ 96.000 кулоновъ. Чтобы представить себѣ величину такого громаднаго накопленія электричества въ граммѣ водорода до его разряженія, отмѣтимъ, что это количество далеко превосходитъ количество электричества, которое въ состояніи удержаться на самыхъ большихъ извѣстныхъ намъ поверхностяхъ. Элементарныя вычисленія давно показали, что подобнымъ количествомъ электричества можно было бы зарядить сферу, какъ земля, до потенціала въ 6.000 вольтъ. Лучшія электро-статическія машины вырабатываютъ только 1/100.000 кулона въ секунду. Имъ пришлось бы непрерывно работать около 30 лѣтъ, чтобы выработать количество электричества, содержащееся въ одномъ граммѣ водорода ¹⁾).

¹⁾ Машины эти дѣйствовали бы подъ разностью потенціаловъ

Такъ какъ въ химическихъ соединеніяхъ электричество находится въ состояніи громадной концентрированности, то очевидно, что давно на атомъ можно было смотрѣть, какъ на настоящее сгущеніе энергіи. Чтобы, наконецъ, имѣть ясное понятіе о необыкновенной величинѣ этой энергіи, достаточно отдать себѣ отчетъ въ силѣ притяженія и отталкиванія, которыя подобные электрическіе заряды производятъ. Любопытно, что многіе физики задѣвали этотъ вопросъ, не предчувствуя его послѣдствія. Напримѣръ, Сегни указалъ, что если бы удалось концентрировать одинъ кулонъ на очень маленькой сферѣ и помѣстить эту сферу на разстояніи одного сантиметра отъ другой сферы, тоже съ зарядомъ въ одинъ кулонъ, то сила ихъ отталкиванія равнялась бы, приблизительно, 9^{18} динъ, т.е. около девяти триллионовъ килограммъ ¹⁾.

Мы видѣли выше, что диссоціаціею воды мы можемъ извлечь изъ одного грамма водорода электрическій зарядъ въ 96.000 кулоновъ. Согласно гипотезѣ, недавно высказанной J. J. Thomson'омъ, достаточно расположить въ атомѣ электрическія частицы въ надлежащихъ разстояніяхъ, чтобы черезъ посредство ихъ притяженія и отталкиванія и вращательныхъ движеній получать крайне громадные запасы энергіи, концентрированной въ очень маленькомъ пространствѣ. Не трудно было поэтому понять, какимъ образомъ въ атомѣ находится столько энергіи. Даже удивительно, что такое очевидное понятіе такъ долго не приходило никому въ голову.

Наше вычисленіе радиоактивной энергіи велось въ предѣлахъ скорости, при которой, согласно указаніямъ опыта, инерція частицъ чувствительно не измѣняется. Возможно, что нельзя, какъ это обыкновенно дѣлаютъ, уподоблять инерцію этихъ частицъ инерціи матеріальныхъ частицъ. Найденныя тогда числа могли бы оказаться другими. Они, тѣмъ

въ 50.000 вольтъ. Произведенная работа (вольты на амперъ) была бы выше, къ концу 30 лѣтъ, работы, которую даютъ 96.000 кулоновъ при разности потенциаловъ въ одинъ вольтъ.

¹⁾ Цифры Сегни даютъ только значеніе силы отталкиванія этихъ двухъ сферъ; можно вычислить работу, которую такая сила способна производить въ определенное время на определенномъ разстояніи. Если дѣйствіе этихъ сферъ распространяется подъ вліяніемъ указанной силы, на разстояніи отъ одного до десяти сантиметровъ, произведенная въ секунду работа въ системѣ с. г. с. дается формулой:

$$T = \int_1^{10} \frac{F}{s^2} ds = 9 \cdot 10^{18} \int_1^{10} \frac{ds}{s^2} = 8.1 \times 10^{18} \text{ эрговъ, т.е.}$$

82,5 миллиардовъ к-м., что составляетъ больше одного миллиарда лошадиныхъ силъ въ секунду.

не менѣе, были бы, однако, крайне высокими. Каковы бы ни были одобренные методы и употребляемые элементы вычисления (скорость частицъ, освобожденные калоріи, электрическія притяженія и т. д.), мы всегда, безъ сомнѣнія, получаемъ различныя цифры, но крайне высокія—напримѣръ, Rutheford находитъ, что энергія частицъ торія въ 600 миллионовъ разъ больше энергіи ружейной пули. Другіе физики, которые, по опубликованіи одной изъ нашихъ статей, занялись этими вопросами, получили еще болѣе высокія цифры. Приравнивая массу электроновъ къ массѣ матеріальныхъ частицъ, Мах Abraham приходитъ къ заключенію, что „количество электроновъ, въсящихъ одинъ граммъ, обладаетъ энергіей въ 6×10^{13} джоуль“. Сведя эту цифру къ обыкновенной нашей единицѣ работы, мы получаемъ, приблизительно, 80 миллиардовъ лошадиныхъ силъ въ секунду. Это число почти въ 12 разъ выше числа, которое я нашелъ для энергіи, освобождаемой граммомъ частицъ, движущихся со скоростью 100.000 километровъ въ секунду. J. J. Thomson тоже вычислялъ величину энергіи атома, исходя изъ гипотезы, что матеріальный атомъ исключительно состоитъ изъ электрическихъ частицъ. Полученныя имъ цифры тоже высокія, но ниже предыдущихъ.

По Thomson'у энергія, накопленная въ граммѣ вещества, равняется $1,02 \times 10^9$ эрговъ, приблизительно, сто миллиардовъ килограмметровъ ¹⁾.

Эта цифра, по мнѣнію Thomson'a, только маленькая часть (exceedingly small) энергіи, которой атомы обладали въ началѣ ихъ образованія и которую они постепенно теряли черезъ лученоспусканіе.

¹⁾ Electricity and Matter. 1904, J. J. Thomson приходитъ къ этому результату, полагая, что атомъ состоитъ изъ отрицательныхъ электроновъ, распределенныхъ въ сферѣ, заряженной тѣмъ же количествомъ положительнаго электричества. При этомъ онъ опредѣляетъ работу, необходимую, чтобы ихъ отдѣлить. Называя и число атомовъ въ электронѣ (1000 для водорода), а радиусъ атома (10^{-8} по кинетической теоріи газовъ), e — зарядъ электрона въ электростатическихъ единицахъ (3.4×10^{-10}), N —число атомовъ въ одномъ граммѣ ($10,2 \times 10^7 \times \frac{n}{a}$), мы получаемъ для количества энергіи одного грамма водорода слѣдующую формулу:

$$N \frac{(n \cdot e)^2}{a} = 1,02 \times 10^{19} \text{ эрговъ.}$$

§ 3. *Формы, подъ которыми энергія можетъ сгущаться въ матеріи.*

Подъ какими формами можетъ существовать интра-атомная энергія? Какъ могутъ такія колоссальныя силы сконцентрироваться въ очень маленькихъ частицахъ? Такая концентрація на первый взглядъ кажется необъяснимой. Ниже мы увидимъ, что она показалась непонятной одному очень видному инженеру.

Эта неспособность понимать такую простую идею зависитъ отъ того, что въ повседневномъ опытѣ мы всегда видимъ отношеніе между величиной механической работы и размѣромъ машинъ, ее производящихъ. Машинны, мощностью въ 1.000 лошадей, обладаютъ уже значительными размѣрами. По ассоціаціи идей, мы полагаемъ, что величина механической энергіи опредѣляетъ размѣры машинъ, ее вырабатывающихъ. Здѣсь мы имѣемъ дѣло съ чистой иллюзіею, вытекающей изъ несовершенства нашихъ механическихъ системъ. Ее легко разбѣять при помощи очень простыхъ вычисленій. Элементарная формула механики показываетъ, что можно по желанію увеличить энергію тѣла съ постоянной массою простымъ увеличеніемъ его скорости. Теоретически можно представить себѣ машину, состоящую изъ головки иглки, вращающейся въ гнѣздѣ кольца, которая, несмотря на свои малые размѣры, обладала бы, благодаря вращательной силѣ, механической энергіею, равной энергіи многихъ тысячъ локомотивовъ.

Для поясненія возьмемъ бронзовый шаръ, радіусомъ въ 3 мм. и, слѣдовательно, вѣсящимъ 1 граммъ (плотность бронзы 8,842).

Предположимъ, что этотъ шаръ вращается въ пустотѣ вокругъ одного изъ своихъ діаметровъ съ экваторіальной скоростью, равной скорости частицъ диссоциирующей матеріи (100.000 километ. въ секунду). Предположимъ, что какимъ-нибудь способомъ удалось достигнуть, что металлъ при вращеніи не расплавится. Живая сила этого движущагося шара равняется 203.873 миллионъ килограммометровъ. Такую работу давали бы въ часъ 1.510 локомотивовъ со средней мощностью въ 500 лошадиныхъ силъ ¹⁾.

¹⁾ Эти цифры мы получили слѣдующимъ вычисленіемъ: живая сила не измѣняющагося твердаго тѣла, вращающагося вокругъ оси съ угловой скоростью ω дается выраженіемъ.

$$T = \frac{1}{2} \sum m v^2 = \frac{\omega^2}{2} \sum m r^2 = \frac{\omega^2}{2} I$$

гдѣ I моментъ инерціи твердаго тѣла. Для опредѣленія I мы относимъ движеніе тѣла къ прямоугольнымъ координатамъ, въ кото-

Таково количество энергии, которым обладалъ бы маленький шаръ, имѣющій вращательное движеніе, скорость котораго равняется скорости частицъ диссоціирующей матеріи.

Если этотъ шаръ вращался бы вокругъ себя со скоростью свѣта (300.000 километровъ въ секунду), съ которой почти совпадаетъ скорость частицъ β -радіа, его живая сила была бы въ 9 разъ больше. Последняя превзошла бы 1.800 миллиардовъ килограммо-метровъ и выразила бы работу въ одинъ часъ 13.590 локомотивовъ, т. е. больше, чѣмъ ихъ имѣется на французской желѣзно-дорожной сѣти ¹⁾.

Элементы, составляющіе атомъ, видимо, обладаютъ точно такими исключительно быстрыми вращательными движеніями, скорость которыхъ есть начало содержащейся въ нихъ энергии. Различныя механическія соображенія, еще до послѣднихъ открытій, заставляли допустить существованіе этихъ вращательныхъ движеній. Открытія эти только подтвердили старые взгляды и отнесли къ элементамъ атомовъ движенія, которыя приписывались самому атому, когда его считали неразложимымъ. Безъ сомнѣній, только благодаря такой скорости вращенія, составные элементы атомовъ въ состояніи приобрести скорость, равную скорости частицъ распадающейся матеріи въ моментъ, когда они подъ влия-

рыхъ осью z служить ось вращенія. Моментъ инерціи тогда опредѣляется изъ формулы:

$$I = \iiint m (x^2 + y^2) dx dy dz.$$

Этотъ тройной интегралъ въ разсматриваемомъ случаѣ для однороднаго шара радіуса R и удѣльнаго вѣса P_1 равняется:

$$I = \frac{8}{15} \pi \frac{P}{g} R^5;$$

отсюда

$$T = \frac{4}{15} \pi \frac{P}{g} R^5 \omega^2.$$

¹⁾ Раньше мы изслѣдовали энергію одного грамма, распадающейся матеріи, имѣющаго не только вращательное, но и прямолинейное движеніе, каковыми, между прочимъ, обладаютъ катодные лучи. Въ послѣднемъ случаѣ цифры были больше цифръ, полученныхъ при вращеніи шара въ одинъ граммъ вокругъ себя со скоростью 100000 к.-м. въ секунду. Вычисленіе показываетъ, что энергія вращающагося шара представляетъ $\frac{2}{5}$ энергіи, которой обладалъ этотъ шаръ, если бы онъ двигался прямолинейно со скоростью, равной прежней экзаторіальной скорости:

$$\omega^2 \sum m r^2 = \frac{2}{5} \sum m v^2.$$

Это — только слѣдствіе хорошо извѣстнаго факта, что квадратъ радіуса вращенія шара равняется $\frac{2}{5}$ квадрата радіуса этого шара.

ніемъ различныхъ причинъ оставляютъ свою орбиту и мчатся въ пространство по направленію касательной къ этой орбитѣ.

Вращательное движеніе элементовъ атома, между прочимъ, условіе ихъ устойчивости, какъ въ случаѣ волчка или гироскопа. Когда подъ вліяніемъ какой-нибудь причины, скорость вращенія становится ниже опредѣленной критической точки, равновѣсіе частицъ становится неустойчивымъ, ихъ кинетическая энергія увеличивается, онѣ тогда выталкиваются во-внѣ, и этимъ явленіемъ начинается диссоціація атома.

§ 4. Использование интра-атомной энергіи.

Съ каждымъ днемъ разсѣиваются возраженія противъ теоріи интра-атомной энергіи. Больше уже не отрицаютъ, что матерія—чудовищный резервуаръ энергіи.

Исканіе средствъ легко освободить эту энергію будетъ навѣрно однимъ изъ важныхъ вопросовъ будущаго.

Важно, на самомъ дѣлѣ, отмѣтить, что если числа, найденныя различными путями, указываютъ на когда-то не подозрѣвавшееся существованіе въ матеріи необъятныхъ силъ, то изъ этого еще не слѣдуетъ, что эти силы уже въ нашемъ распоряженіи. На дѣлѣ, тѣла, которыя быстрѣе всѣхъ диссоциируются, какъ, напримѣръ, радій, освобождаютъ минимальныя количества своей энергіи. Всѣ эти миллиарды килограмм-метровъ, заключающіеся въ простомъ граммѣ матеріи, имѣютъ очень малое значеніе, если приходится ждать тысячу лѣтъ для того, чтобъ ихъ получить.

Предположимъ, что денежный сундукъ, содержащій много миллиардовъ золота, запертъ такимъ механизмомъ, что каждый день можно извлечь только одинъ миллиграммъ этого драгоценнаго металла. Владелецъ этого ящика, несмотря на свое громадное богатство, на дѣлѣ будетъ очень бѣденъ, и онъ таковымъ останется, пока ему не удастся найти секретъ этого механизма и открыть ящикъ.

Въ такомъ положеніи находимся мы по отношенію къ силамъ, заключеннымъ въ матеріи. Но для того, чтобы ихъ извлекать, слѣдуетъ раньше знать о ихъ существованіи, а объ этомъ нѣсколько лѣтъ тому назадъ не имѣли никакого представленія. Были даже увѣрены, что онѣ не существуютъ.

Удастся ли намъ легко освободить силы, скрытыя въ нѣдрахъ атома? Это трудно предвидѣть. Во времена Гальвани никто не предполагалъ, что электрическая энергія, едва дѣйствовавшая на ногу лягушки, слабо притягивавшая ключикъ бумажки, будетъ со временемъ двигать громадные желѣзнодорожные поѣзда. Возможно, намъ никогда не удастся диссо-

цировать атомъ, ибо трудность должна расти по мѣрѣ увеличенія диссоціаціи, но было бы достаточно добиться частичнаго его разложенья. Съ точки зрѣнія получающейся энергіи безразлично, беремъ ли мы предполагаемый граммъ диссоциированной матеріи отъ одной тонны или отъ нѣсколькихъ. Изслѣдованія, сдѣланныя мною въ этомъ направленіи, которыя мы изложимъ въ этой книгѣ, показываютъ, что можно значительно ускорять диссоціацію различныхъ тѣлъ. Мы также увидимъ, что многочисленны методы, которыми можно пользоваться для того, чтобы диссоциировать матерію. Самый простой это—дѣйствіе свѣта: его преимущество еще то, что онъ ничего не стоитъ. На этой, столь новой почвѣ, предъ лицомъ открывающагося для насъ новаго міра, никакія старыя теоріи не должны тормозить работы изслѣдователя. „Таіна всѣхъ тѣхъ, кто дѣлаетъ открытія, говоритъ Liebig, состоитъ въ томъ, что для нихъ нѣтъ ничего невозможнаго“. Слѣдуетъ многого ожидать отъ этихъ изслѣдованій. Легкій способъ диссоціаціи матеріи далъ бы намъ безконечный источникъ энергіи. Не приходилось бы извлекать каменный уголь, запасъ котораго быстро исчерпывается. Ученый, который найдетъ средство легко освобождать силы, скрытыя въ матеріи, почти мгновенно измѣнитъ лицо міра. Такъ какъ въ нашемъ распоряженіи тогда будетъ безконечный даровой источникъ энергіи, ее не придется добывать тяжелымъ трудомъ. Не будетъ тогда ни бѣдныхъ, ни богатыхъ,—легко разрешится социальный вопросъ.

ГЛАВА ВТОРАЯ.

Превращеніе матеріи въ энергію.

Современная наука установила полное раздѣленіе между матеріею и энергіею. Классическіе взгляды на это различіе ясно высказаны въ повомъ трудѣ профессора Janet. „Міръ, въ которомъ мы живемъ, въ дѣйствительности двойной міръ, или, скорѣе, онъ состоитъ изъ двухъ различныхъ міровъ: изъ міра матеріи и міра энергіи. Мѣдь, желѣзо, уголь, вотъ формы матеріи. Механическая работа, теплота—это формы энергіи. Оба эти міра управляются одинаковымъ закономъ. Какъ матерію, такъ и энергію нельзя ни создавать, ни разрушать. Матерія и энергія могутъ принимать много различныхъ формъ, но онѣ не могутъ превращаться другъ въ друга..... Мы не можемъ созерцать энергію безъ матеріи и наоборотъ“¹⁾.

¹⁾ Janet. Lesons d'électricité. 2 edition, p. 2 et 5.

Никогда на самомъ дѣлѣ, какъ это утверждаетъ г. Janet, не удалось превратить матерію въ энергію или, выражаясь точнѣе, матерія, казалось, способна проявлять только ту энергію, которой ее раньше снабжали. Неспособная создавать энергію, она можетъ только ее возвращать. Основные принципы термодинамики утверждали, что матеріальная система, изолированная отъ всякаго внѣшняго дѣйствія, не въ состояніи безпричинно породить энергію. Казалось, всѣ научныя наблюденія подтверждаютъ взглядъ, что никакое тѣло не въ состояніи производить работу, не заимствуя ее извнѣ. Матерія можетъ служить вмѣстительницею электричества, какъ въ случаѣ съ конденсаторомъ. Она можетъ выдѣлять теплоту, какъ, напримѣръ, металлъ, сначала нагрѣтый. Она можетъ проявлять силы, образуемыя простой смѣной равновѣсій, какъ это имѣетъ мѣсто при химическихъ реакціяхъ. Но во всѣхъ этихъ случаяхъ освобождаемая энергія только точный возвратъ того количества энергіи, которымъ раньше снабдили матерію, или которое служило для какого-нибудь соединенія.

Во всѣхъ выше приведенныхъ случаяхъ и въ случаяхъ, имъ аналогичныхъ, матерія возвращаетъ только энергію, которую раньше ей сообщили въ какой-нибудь формѣ. Она ничего не создаетъ и ничего самостоятельно не проявляетъ. Невозможность превращенія матеріи въ энергію казалась, такимъ образомъ, очевидной, вслѣдствіе этого установился принципъ полнаго раздѣленія между міромъ матеріи и міромъ энергіи. Для уничтоженія этого раздѣленія слѣдовало найти способъ превращенія матеріи въ энергію, внѣ сообщенія матеріи чего-либо извнѣ. Но вѣдь это безпричинное превращеніе матеріи въ энергію вытекаетъ изъ всѣхъ опытовъ надъ диссоціаціею матеріи, изложенныхъ въ этой книгѣ. Мы увидимъ, что матерія можетъ безвозвратно разсѣиваться, оставляя за собою энергію, происходящую отъ ея диссоціации.

Безпричинное производство энергіи противорѣчило господствующему научному воззрѣнію на энергію. Она казалась необъяснимымъ для физиковъ, во внѣ искавшихъ этой энергіи. Однако, это легко объяснить при допущеніи, что матерія представляетъ собою резервуаръ энергіи, которую она постоянно теряетъ подъ вліяніемъ какихъ-нибудь слабыхъ причинъ или произвольно.

Эти слабыя причины дѣйствуютъ какъ искра на порохъ. Послѣдній освобождаетъ энергію, далеко превосходящую энергію искры. Безъ сомнѣнія, можно увѣренно сказать, что здѣсь мы не имѣемъ дѣла съ превращеніемъ матеріи въ энергію, но просто съ проявленіемъ интра-атомной энергіи. Такъ какъ порожденіе этой энергіи необходимо влечетъ за собою безвозвратное разсѣиваніе матеріи, мы имѣемъ право

утверждать, что *явленія протекають такъ, что матерія какъ будто превращается въ энергію*. Легко понять подобное превращеніе, если проникнуться мыслью, что матерія это только устойчивая форма энергіи—энергіи интра-атомной.

Отсюда слѣдуетъ, что подъ словами „матерія превращается въ энергію“ подразумѣвается, что интра-атомная энергія перемѣнила свою форму и приняла формы, называемыя свѣтомъ, электричествомъ и т. д. Способность очень малой части матеріи выявлять при диссоціаціи громадные количества энергіи объясняется основнымъ свойствомъ интра-атомной энергіи, ея громадной сконцентрированностью въ очень маленькихъ объемахъ. На этомъ же основаніи газъ, находящійся въ очень маленькомъ резервуарѣ, подъ сильнымъ давленіемъ занимаетъ громадный объемъ при открытіи клапана, мѣшавшаго ему выйти.

Изложенныя воззрѣнія были очень новы, когда мы ихъ въ первый разъ формулировали. Въ настоящее время многіе физики до нихъ доходятъ различными путями. Конечно, это имъ достается цѣной громадныхъ трудностей, ибо нѣкоторыя изъ этихъ воззрѣній трудно согласуются съ основными принципами науки. Многіе ученые къ нимъ относятся, какъ пятьдесятъ лѣтъ тому назадъ относились къ принципу сохранения энергіи. Очень трудно освободиться отъ послѣдія идей, безсознательно управляющихъ нашими мыслями.

Въ этихъ трудностяхъ легко отдать себѣ отчетъ, читая сообщеніе, недавно сдѣланное въ засѣданіи British Association однимъ изъ выдающихся современныхъ физиковъ, лордомъ Кельвиномъ по поводу вопроса о безпричинномъ выдѣленіи теплоты радіемъ во время его диссоціаціи. Это выдѣленіе, однако, не больше удивляетъ, чѣмъ фактъ непрерывнаго метанія частицъ, обладающихъ скоростью размѣровъ скорости свѣта. Явленіе это наблюдается не только у радія, но его можно вызывать и у другихъ тѣлъ.

„Совершенно невозможно, пишетъ лордъ Кельвинъ, чтобы произведенная теплота происходила на счетъ запаса энергіи радія. Мнѣ представляется вполне вѣрнымъ допущеніе, что если выдѣленіе теплоты продолжается въ томъ же количествѣ, то теплота эта заимствуется извнѣ“¹⁾.

И лордъ Кельвинъ приходитъ къ посредственной гипотезѣ, сложившейся сначала для объясненія происхожденія энергіи радиоактивныхъ тѣлъ. Согласно этой гипотезѣ, эта энергія заимствуется отъ мистическихъ силъ окружающей среды. Это предположеніе, впрочемъ, не опирается ни на какія данныя опыта. Оно только простое теоретическое слѣдствіе взгляда на матерію, по которому она, не будучи въ со-

¹⁾ Philosophical Magazine, февраль 1904, стр. 122.

стояніи создавать энергію, способна только возвращать полученную ею извнѣ энергію. Основные принципы термодинамики, сложенію которыхъ такъ много способствовалъ лордъ Кельвинъ, говорятъ намъ, что матеріальная система, изолированная отъ всякаго внѣшняго дѣйствія, не можетъ безпричинно породить энергію. Но опытъ былъ всегда выше принциповъ. Подъ напоромъ данныхъ опыта уходили въ область забвенія научные законы, считавшіеся наиболѣе устойчивыми, истасканныя догмы и непригодныя доктрины.

Болѣе смѣлые физики, напримѣръ, Rutheford, хотя и принимаютъ принципъ интра-атомной энергіи, но колеблются. Вотъ слова Rutheford'a въ работѣ, появившейся позже его книги о радиоактивности: „Было бы желательное появленіе химической теоріи для объясненія фактовъ и вопроса о томъ, вырабатывается ли энергія самими атомами или она черпается извнѣ“¹⁾.

Подобно лорду Кельвину, многіе физики еще придерживаются старыхъ принциповъ; поэтому радиоактивные явленія, именно, безпричинное выдѣленіе частицъ, обладающихъ громадною скоростью, и повышеніе температуры во время радиоактивности для нихъ необъяснимы и составляютъ, по словамъ Mascart'a, научную загадку. Но это очень простая загадка—съ точки зрѣнія даннаго нами объясненія.

Впрочемъ, трудно было надѣяться, что теорія интра-атомной энергіи и превращенія матеріи въ энергію, такъ явно противорѣчащая классическимъ догмамъ, быстро распространится. Она, однако, быстро распространилась, вызвала много споровъ, которые мы привели въ главѣ, посвященной анализу этихъ возраженій. Мы этого не ожидали, ибо это идетъ въ разрѣзъ съ обычной эволюціей научныхъ идей. Этотъ относительный успѣхъ объясняется тѣмъ, что вѣра въ опредѣленные научные принципы была уже сильно поколеблена непредвидѣнными открытіями, напримѣръ, открытіемъ X-лучей и открытіемъ радія.

Фактически, научныя идеи, владѣющія умами ученыхъ данной эпохи, такъ же сильны, какъ религіозныя догмы. Онѣ медленно укрѣпляются, но такъ же медленно исчезаютъ. Новыя научныя истины, конечно, имѣютъ своимъ базисомъ опытъ и работу разума, но ихъ распространенію способствуетъ авторитетъ, т.-е. когда высказываютъ ихъ ученые, которые, благодаря своему официальному положенію, пользуются уваженіемъ среди интересующихся наукой. Но ученые этой категоріи не только не высказываютъ новыхъ истинъ, но пользуются своимъ авторитетомъ для борьбы съ ними. Такія важныя истины, какъ законъ Ома, управляющій всей областью

¹⁾ Archives des Sciences phisique de Geneve, p. 55.

электричества, и законъ сохраненія энергій, лежащій въ основѣ физики, были встрѣчены при ихъ открытіи индифферентизмомъ или презрѣніемъ. Они были признаны только тогда, когда ихъ вновь объявили ученые, пользовавшіеся вліяніемъ.

Только изученіе такъ мало читающейсѣ теперь исторіи науки способно объяснить намъ генезисъ вѣрованій и законы ихъ распространенія. Я только что сослался на два открытія, самыхъ важныхъ среди открытій послѣдняго столѣтія. Два закона, ихъ формулирующіе, должны были поразить умы своей простотой и своимъ импонирующимъ величіемъ. Но они не только никого не поразили, но самые выдающіеся ученые той эпохи на нихъ не обращали никакого вниманія. Они даже ихъ осмѣивали¹⁾.

То, что простое изложеніе подобныхъ доктринъ никого тогда не поразило, ясно указываетъ на трудности, съ которыми принимаются новыя идеи, когда онѣ не согласуются съ господствующими догмами. Повторяю, только авторитетъ и очень мало опытъ—обычный элементъ нашихъ убѣжденій, научныхъ и другихъ. Никогда самыя убѣдительныя на видъ данныя опыта не были непосредственнымъ элементомъ доказательства, когда эти данныя шли въ разрѣзъ съ давно установленными понятіями. Галилей это испыталъ на своихъ собственныхъ плечахъ, когда, собравъ всѣхъ профессоровъ знаменитаго пизскаго университета, онъ полагалъ, что ему

¹⁾ Когда Омъ открылъ законъ, обезсмертившій его имя, и на которомъ основана вся наука объ электричествѣ, онъ опубликовалъ его въ книгѣ, гдѣ онъ помѣстилъ столь простые и столь убѣдительныя примѣры, что ихъ должны были понять ученики первоначальныхъ школъ. Онъ не только никого не убѣдилъ, но самые вліятельныя современные ему ученые такъ стали къ нему относиться, что онъ потерялъ мѣсто, дававшее ему средства для существованія. Онъ былъ счастливъ, когда ему удалось найти мѣсто въ одной гимназій съ гонораромъ въ 1200 франковъ въ годъ, что избавило его отъ голода. Только къ концу его жизни его признали. Менѣе счастливъ былъ Робертъ Мейеръ. Онъ даже не получалъ этого опоздаваго удовлетворенія. Когда онъ открылъ законъ, самый важный среди великихъ законовъ науки, а именно, принципъ сохраненія энергій, ему съ трудомъ удалось найти журналъ, согласившійся напечатать его статью, но никто изъ ученыхъ не обратилъ на нее никакого вниманія. Такая же участь постигла его дальнѣйшія статьи, въ томъ числѣ и статью о механическомъ эквивалентѣ теплоты, опубликованную въ 1850 году. Послѣ попытки самоубійства Мейеръ сошелъ съ ума. Имя его настолько было безвѣстно, что когда Гельмгольцъ сдѣлалъ то же самое открытіе, онъ даже не зналъ, что у него былъ предшественникъ. Въ началѣ своихъ трудовъ Гельмгольцъ тоже не встрѣчалъ поддержки. Самый вліятельный научный журналъ того времени—*„Les Annales de Poggendorf“*—отказался печатать его знаменитую работу: „Сохраненіе силы“, на которую журналъ смотрѣлъ, какъ на спекулятивную работу фантазій, недостойную вниманія серьезныхъ читателей.

удастся опытомъ убѣдить, что, вопреки господствовавшимъ тогда убѣжденіямъ, тѣла различнаго вѣса падаютъ съ одинаковой скоростью. Доказательства Галилея, конечно, были убѣдительны, ибо, спуская съ вершины башни маленькій свинцовый мячикъ и ядро того же металла, онъ показывалъ, что они одновременно достигаютъ земли. Профессора ограничили ссылкою на Аристотеля и несколько не переѣхали своего мнѣнія. Съ того времени протекло много лѣтъ, но не возросла степень воспримчивости умовъ къ новымъ идеямъ.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

Силы, происходящія отъ интра-атомной энергіи: молекулярныя силы, электричество, солнечная теплота и т. д.

§ 1. Происхожденіе молекулярныхъ силъ.

Хотя матерія когда-то считалась инертной, способной только возвращать силы, сообщенныя ей извнѣ, тѣмъ не менѣе были вынуждены констатировать существованіе въ ея нѣдрахъ колоссальныхъ силъ: сдѣвленіе, химическое сродство, осмотическія притяженія и отталкиванія казались независимыми отъ всѣхъ внѣшнихъ факторовъ. Другія силы, какъ лучистая теплота, электричество, которыя тоже исходили изъ матеріи, могли считаться простымъ возвращеніемъ энергіи, позаимствованной матеріей извнѣ. Хотя сдѣвленіе, превращающее атомную пыль, изъ которой образованы тѣла, въ твердую массу, хотя химическое сродство, разъединяющее и осаждающее элементы и создающее химическія соединенія, хотя осмотическія притяженія и отталкиванія, обуславливающія собой важнѣйшія явленія жизни, хотя всѣ эти силы, очевидно, внутреннія силы самой матеріи, но тѣмъ не менѣе нельзя было съ точки зрѣнія старыхъ взглядовъ найти ихъ источникъ. Но начало этихъ силъ перестаетъ быть таинственнымъ, разъ мы знаемъ, что матерія—колоссальный резервуаръ энергіи. Зная давно изъ наблюденій, что одна форма какой нибудь энергіи способна многообразно видоизмѣняться, мы отсюда легко понимаемъ, какимъ образомъ изъ интра-атомной энергіи происходятъ прежде необъяснимыя молекулярныя силы: сдѣвленіе, химическое сродство и т. д. Мы далеки отъ знанія ихъ сущности, но мы, по крайней мѣрѣ, видимъ ихъ источникъ. Помимо силъ, очевидно, нераздѣльных отъ матеріи, о которыхъ мы только что говорили, существуютъ двѣ силы, электричество и солнечная теплота, на-

чало которыхъ всегда было безвѣстнымъ и которыя, какъ мы сейчасъ увидимъ, легко объясняются теоріей интра-атомной энергіи.

§ 2. Происхожденіе электричества.

Когда мы подойдемъ къ подробному изложенію фактовъ, на которыхъ покоятся теоріи, изложенныя въ этой работѣ, мы увидимъ, что электричество—одно изъ наиболѣе постоянныхъ проявленій диссоціаціи матеріи. Такъ какъ матерія ничто иное, какъ интра-атомная энергія, то диссоциировать матерію это значитъ освободить нѣкоторую часть ея интра-атомной энергіи и придать ей какую-нибудь другую форму энергіи.

Электричество, именно одна изъ этихъ формъ. Начиная съ опредѣленнаго времени, роль электричества постоянно растетъ. Электрическія явленія лежатъ въ основѣ всѣхъ химическихъ реакцій, на которыя все болѣе и болѣе смотрять, какъ на электрическія реакціи. Они теперь кажутся всеобщей силой и къ нимъ пытаются сводить остальные силы. Установлено, что свѣтъ—тоже одна изъ формъ электрической энергіи.

То, что сила, проявленія которой такъ важны и такъ всеобщы, тысячелѣтія оставалась безвѣстной, составляетъ одинъ изъ наиболѣе поражающихъ фактовъ исторіи наукъ, одинъ изъ фактовъ, котораго никогда не слѣдуетъ забывать, такъ какъ онъ показываетъ намъ, что мы можемъ быть окружены очень могущественными силами и силъ этихъ не замѣчать. Въ теченіе многихъ столѣтій объ электричествѣ было только извѣстно то, что опредѣленныя смолистыя вещества пріобрѣтаютъ при натираніи свойство притягивать легкія тѣла. Не обладаютъ ли другія тѣла этой же особенностью? Нельзя ли треніемъ болѣе широкихъ поверхностей получить болѣе интенсивныя дѣйствія? Никто не думалъ ставить такіе вопросы.

Протекли вѣка, прежде чѣмъ появился достаточно pronounced умъ, поставившій эти вопросы, достаточно любознательный, чтобы искать путемъ опыта отвѣтъ на вопросъ, не можетъ ли тѣло съ большой поверхностью тренія вызвать проявленія энергіи, превосходящей энергію, получающуюся при треніи маленькой части этого тѣла. Результатомъ этого опыта, каждагося теперь столь легкимъ, но потребовавшимъ столѣтій, чтобы осуществиться, появилась обычная въ нашихъ лабораторіяхъ электрическая машина черезъ треніе, съ производимыми ею явленіями. Самымъ поразительнымъ изъ послѣднихъ было появленіе искръ, этихъ буйныхъ разрядовъ, возвѣщавшихъ удивленному міру о существованіи новой силы,

бросающей въ руки человѣка мощное орудіе, тайны котораго, казалось, извѣсты только богамъ.

Съ трудомъ тогда добывалось электричество. На него смотрѣли, какъ на исключительное явленіе. Теперь мы его всюду находимъ. Мы знаемъ, что достаточно соприкосновенія двухъ различныхъ тѣлъ, чтобъ оно появилось. Въ настоящее время трудность не въ томъ, чтобы породить электричество, а въ томъ, чтобъ избѣгать его при образованіи какого-нибудь явленія. Падающая капля воды, масса газа, согрѣваемая солнцемъ, скрученная проволока, температуру которой мы повышаемъ, реакція, способная измѣнить природу тѣла—все это источники электричества. Но если всѣ химическія реакціи—реакціи электрическія, какъ это теперь говорятъ, если измѣненіе солнцемъ температуры тѣла всегда сопровождается освобожденіемъ электричества, если его появленіе вызывается каждаю падающая капля дождя, то ясно, что его роль въ жизни существъ громадна. Теперь это начинаютъ признавать. Всякое измѣненіе въ ячѣйкѣ, всякая жизненная реакція въ тканяхъ влечетъ за собой притокъ электрической энергіи. Г. Berthelot недавно указалъ на важную роль, которую играетъ электричество въ жизни растений. Измѣненія разности потенциаловъ атмосферы громадны. Они колеблются въ ясную погоду отъ 600 до 800 вольтъ, а при сильнѣйшемъ дождѣ онѣ поднимается до 15000 вольтъ. На каждый метръ высоты въ ясную погоду потенциалъ увеличивается отъ 20 до 30 вольтъ, а въ дождливую погоду отъ 400 до 500 вольтъ. „Эти цифры, говоритъ Berthelot, даютъ представленіе о разности потенциаловъ, существующей или между высшей точкой стержня, конецъ котораго воткнутъ въ землю, или между вершиной растенія, дерева и слоемъ воздуха, покрывающимъ эту точку и эти вершины“. Тотъ же ученый показалъ, что потоки, порождаемые разностью потенциаловъ, вызываютъ многочисленныя химическія реакціи: присоединеніе азота къ углеводамъ, диссоціацію угольной кислоты въ окись углерода и кислородъ, и т. д.

Когда мы констатировали явленіе всеобщей диссоціаціи матеріи, мы поставили себѣ вопросъ, не есть ли вседѣйствующая электрическая энергія, начала которой оставались необъяснимыми, резульатъ этой всеобщей диссоціаціи матеріи.

Наши опыты цѣлкомъ оправдали эту гипотезу. Они показали, что электричество одна изъ самыхъ важныхъ формъ интра-атомной энергіи, освобождающейся при развеществленіи матеріи.

Къ этому заключенію насъ привели факты, указавшіе, что частицы, выдѣляемыя наэлектризованнымъ тѣломъ достаточной напряженности, совершенно одинаковы съ частицами, которыя даютъ радиоактивныя вещества при диссоціаціи.

Къ подробностямъ этихъ опытовъ мы еще вернемся въ главѣ, посвященной этому вопросу. Пока ограничимся бѣглымъ указаніемъ на различныя обобщенія, вытекающія изъ доктрины объ интра-атомной энергіи. Не только электричество, но и солнечную теплоту, какъ мы это увидѣли, можно разсматривать, какъ одно изъ проявленій интра-атомной энергіи.

§ 3. Происхожденіе солнечной теплоты.

Чѣмъ больше мы углублялись въ изслѣдованіе вопроса о диссоціаціи матеріи, тѣмъ больше росло въ нашихъ глазахъ его значеніе.

Признавъ, что электричество можно считать однимъ изъ проявленій этой диссоціаціи, мы поставили себѣ вопросъ, нельзя ли въ послѣдней и въ вытекающей отъ нея интра-атомной энергіи найти еще до сихъ поръ безвѣстную причину сохраненія солнечной теплоты.

Различныя гипотезы, къ которымъ прибѣгали для объясненія этого явленія, какъ, напримѣръ, гипотеза о проблематическомъ паденіи на солнце метеоровъ, всегда казались крайне недостаточными; приходилось поэтому всегда искать другихъ гипотезъ. Разъ въ атомѣ накоплено громадное количество энергіи, достаточно допустить, что диссоціація атомовъ совершалась когда-то быстро, чѣмъ она совершается теперь на охлажденных свѣтилахъ, чтобъ въ этомъ явленіи найти источникъ теплоты, необходимый для поддержанія свѣтила въ раскаленномъ состояніи.

Лишнимъ тогда было бы невѣроятное предположеніе, что въ солнцѣ находится радій. Вѣдь не только радій при диссоціаціи способенъ выдѣлять теплоту, но и всѣ другія тѣла содержать громадный запасъ энергіи.

Но если такія свѣтила, какъ солнце, поддерживаютъ сами свою температуру притокомъ теплоты отъ диссоціаціи составныхъ элементовъ ихъ атомовъ, то вѣдь казалось, что всякое нагрѣтое тѣло должно было уметь сохранить свою температуру безъ всякой внѣшней помощи. Каждый, однако, знаетъ, что накаленное вещество, напримѣръ, нагрѣтый кусокъ металла, предоставленное самому себѣ, быстро охлаждается черезъ лученспусканіе, несмотря на то, что оно—мѣсто пребыванія громадной атомной диссоціаціи. Вѣрно, оно охлаждается, но только потому, что появленіе температуры, вызываемое диссоціаціей атомовъ во время его накаленного состоянія, безконечно слабо, чтобъ компенсировать его потерю теплоты черезъ лученспусканіе. Наболѣе быстро диссоциирующія тѣла, какъ радій, съ трудомъ поддерживаютъ температуру на 7° или 4° выше температуры окружающей среды.

Но допустимъ, что диссоціація какого-нибудь тѣла совершается въ тысячу разъ быстрее, чѣмъ диссоціація радія. Тогда количество освобождающейся энергіи было бы достаточно, чтобъ поддерживать это тѣло въ накаленномъ состояніи.

Весь вопросъ сводится къ тому, обладали ли атомы въ началѣ сотворенія вещей, т. е. въ эпоху, когда они образовались путемъ безвѣстныхъ намъ конденсацій, количествомъ энергіи, которое они медленной диссоціаціей постепенно освобождаютъ и такимъ образомъ поддерживаютъ свѣтила въ накаленномъ состояніи.

Это предположеніе подтверждается нашими различными вычисленіями величины интра-атомной энергіи. Величина эта громадна. Однако J. J. Thomson, разбившій этотъ вопросъ, приходитъ къ заключенію, что энергія, теперь заключающаяся въ атомѣ, составляетъ только незначительную часть энергіи, которую онъ когда-то содержалъ и которую онъ потерялъ черезъ лучеиспусканіе. Независимымъ путемъ еще раньше профессоръ Filipp Re пришелъ къ этому заключенію.

Если же атомы когда-то обладали энергіею, превышающей ихъ громадную теперешнюю энергію, они могли при диссоціаціи въ теченіе длиннаго ряда вѣковъ истратить часть этого гигантскаго запаса силъ, накопленныхъ ими въ началѣ возникновенія вещей. Они могли и еще теперь могутъ поддерживать очень высокую температуру свѣтилъ, — солнца и звѣздъ.

Съ теченіемъ времени запасъ интра-атомной энергіи атомовъ нѣкоторыхъ свѣтилъ истощался. Ихъ диссоціація становилась все болѣе медленной. Эти атомы достигли, наконецъ, громадной устойчивости, очень медленно охлаждались и пришли въ состояніе атомовъ охлажденныхъ свѣтилъ, какъ земля и другія планеты.

Если правильны теоріи, изложенныя въ этой главѣ, интра-атомная энергія, освобождающаяся во время развеществленія матеріи, образуетъ основное начало, отъ котораго происходитъ большинство другихъ силъ. Не только электричество—одно изъ его проявленій, но и солнечная теплота, этотъ первый источникъ жизни и большинства силъ, имѣющихся въ нашемъ распоряженіи. Это изслѣдованіе, приводящее къ совершенно новому воззрѣнію на матерію, уже позволяетъ направить нѣкоторый свѣтъ на высшую механику міра.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ.

Возраженія противъ теоріи интра-атомной энергіи.

Критика, вызванная моими изслѣдованіями интра-атомной энергіи, показываетъ, что вопросъ этотъ заинтересовалъ многихъ ученыхъ. Я ихъ благодарю за ихъ возраженія, ибо новая теорія только преніями, критикой твердо устанавливается. Постараюсь отвѣтить на выставленные возраженія.

Самое важное выдвинуто многими членами Академіи наукъ. Вотъ, что писалъ мнѣ, по опубликованіи моихъ изслѣдованій, одинъ изъ выдающихся изъ нихъ, г. Poincaré: „Съ громадѣйшимъ интересомъ я читалъ Вашу статью. Она вызываетъ волнующіе вопросы: хотѣлъ обратить Ваше вниманіе на несогласіе Вашихъ воззрѣній на происхожденіе солнечной теплоты съ воззрѣніями Гельмгольца и лорда Кельвина.

Когда туманность превращается въ солнце, ея первоначальная кинетическая энергія превращается къ теплоту, которая въслѣдствіи разсѣивается черезъ лученепусканіе.

Когда подъ-атомы соединяются, чтобы образоватъ атомъ, эта конденсація накопляетъ потенциальную энергію; когда атомъ распадается, эта энергія появляется въ видѣ теплоты (освобожденіе теплоты радіемъ).

Такимъ образомъ реакція: туманность-солнце—экзотермическая реакція: изолированные подъ-атомы и атомы—эндотермическая. Но если это „соединеніе эндотермическое, то какъ оно можетъ быть столь устойчивымъ?“.

Другой членъ Академіи наукъ, г. Paul Painlevé, высказалъ тѣ же воззрѣнія въ слѣдующихъ словахъ: „Термодинамика показала намъ характеръ знаменитаго принципа наибольшей работы; мы знаемъ, что для химическихъ реакцій экзотермія и устойчивость—не строгіе синонимы. Вовсе не слѣдуетъ, что соединеніе одновременно крайне устойчивое и крайне эндотермическое, что-то несогласуемое съ основнымъ принципомъ сохраненія энергіи или съ совокупностью фактовъ, до сихъ поръ обнаруженныхъ наукой“¹⁾. Это возраженіе одновременно многимъ пришло въ голову. Вотъ слова г. Naquet'a, профессора химіи медицинскаго факультета въ Парижѣ, которому не были извѣстны соображенія г. Poincaré. „Одно обстоятельство, однако, меня смущаетъ, особенно, когда я разбираю наиболѣе обольстительную среди всѣхъ гипотезъ—гипотезу Густава Лебона. Если атомы, падаясь, выделяютъ теплоту, они эндотермичны; они, по ана-

¹⁾ Reflexions à propos de la Theorie de l'Evolution de la matiere de Gustav le Bon par Paul Painlevé de l'Institut, Revue Scientifique, du 27 janvier 1903.

логию, должны были быть крайне неустойчивыми, но, напротивъ, они наиболѣе устойчивыя вещи въ мірѣ.

Это—безпокоящее противорѣчіе. Однако, не слѣдовало бы ему придавать большаго значенія, чѣмъ оно на самомъ дѣлѣ представляетъ. Всегда при возникновеніи великихъ системъ появлялись подобнаго рода трудности. Имъ не занимались творцы этихъ системъ. Если бы Ньютона и его послѣдователей останавливали нѣкоторыя встрѣчающіяся имъ противорѣчія, они бы не формулировали закона о всеобщемъ притяженіи ¹⁾). Возраженія гг. Henri Poincaré, Painlevé и Naguet несутъ характеръ очевидной вѣрности. Его нельзя было бы опровергать, если бы оно было сдѣлано въ отношеніи обыкновенныхъ химическихъ соединеній. Но законы, примѣняющіеся къ молекулярнымъ химическимъ равновѣсіямъ, вовсе не должны примѣняться къ интра-атомнымъ равновѣсіямъ. Одинъ только атомъ обладаетъ этими двумя противоположными свойствами: устойчивостью и неустойчивостью. Онъ устойчивъ, ибо при химическихъ реакціяхъ онъ почти сохраняется, и вѣсы всегда обнаруживаютъ его вѣсъ. Онъ неустойчивъ, ибо такія легкія причины, какъ лучъ солнца, минимальное повышеніе температуры достаточны, чтобы вызвать его диссоціацію. Эта диссоціація, безъ сомнѣнія, очень слаба сравнительно съ громаднымъ количествомъ энергіи, накопленной въ атомѣ. Она въ той же мѣрѣ не измѣняетъ массы атома, въ какой лопата земли, срытой съ горы, замѣтно не измѣняетъ вѣса послѣдней. Она тѣмъ не менѣе дѣйствительна. Вопросъ, такимъ образомъ, идетъ объ особенныхъ явленіяхъ, къ которымъ, повидимому, не примѣняются извѣстные законы современной химіи. Впрочемъ, мы посвящаемъ цѣлую главу этого труда изслѣдованію вопроса о томъ, какимъ образомъ устойчивая матерія способна къ диссоціаціи.

G. Armand Gautier, членъ Академіи и профессоръ химіи Медицинскаго факультета въ Парижѣ, тоже занялся вопросомъ объ интра-атомной энергіи въ статьѣ, посвященной имъ своимъ опытамъ ²⁾). Онъ полагаетъ, что интра-атомная энергія можетъ существовать въ видѣ вращательнаго движенія. Я не хотѣлъ въ своихъ статьяхъ разбираться въ деталяхъ этого вопроса, такъ какъ онъ, очевидно, гипотетическаго характера. Я ограничился сравненіемъ атома съ солнечной системой; къ этому сравненію различными путями приходятъ многіе физики. Безъ этихъ вращательныхъ движеній трудно было бы понять конденсацію энергіи въ атомѣ. Эти движенія ее легко объясняютъ. Найдите средство, какъ

¹⁾ Revue d'Italie, mars et avril, 1904.

²⁾ Revue Scientifique, fevrier 1904, p. 213.

я это раньше отмѣтилъ, сообщить тѣлу любыхъ размѣровъ, хотя бы оно было меньше головки иглы, достаточную угловую скорость, и вы сможете получить такой громадный запасъ энергій, какой вы хотите. Эти условія осуществляютъ частицы атома во время ихъ диссоціаціи.

Инженеръ Desraux, напротивъ, цѣликомъ отвергаетъ существованіе интра-атомной энергій. Вотъ его доводы:

„По Лебону, диссоціація матеріи—причина громадной энергій, освобождающейся при радиоактивности.

Этотъ новый взглядъ сильно революціоненъ. Наука признаетъ неразрушимость матеріи—основную догму химіи; она признаетъ принципъ сохраненія энергій, который кладетъ въ основу механики; и отъ этихъ двухъ завоеваній ей пришлось бы отказаться; матерія превращалась въ энергію и обратно. Это чисто философское воззрѣніе, конечно, прельщаетъ, но это превращеніе, если оно происходитъ, совершается медленной эволюціей, и для данного періода времени все изучаемыя наукой явленія заставляютъ полагать, что количество матеріи и энергій неизмѣнны.

Напрашивается другое, между прочимъ, очень значительное возраженіе. Развѣ возможно, что такое минимальное количество матеріи носитъ въ своихъ нѣдрахъ такое огромное количество энергій. Нашъ разумъ отказывается этому вѣрить¹⁾“. Оставимъ въ сторонѣ принципъ сохраненія энергій, котораго нельзя разбирать на протяженіи нѣсколькихъ строкъ и который, впрочемъ, остается отчасти невредимымъ, если допустить, что атомъ при диссоціаціи возвращаетъ только энергію, которую онъ накопилъ въ началѣ вѣковъ, во время его образованія. Тогда возраженія г. Desraux сводятся къ слѣдующему: разумъ отказывается допустить, чтобы матерія могла содержать въ себѣ такое громадное количество энергій.

Ограничусь отвѣтомъ, что рѣчь идетъ о фактахъ опыта, достаточно доказанныхъ радіемъ, который выделяетъ частицы, обладающія скоростью размѣровъ скорости свѣта и освобождаетъ громадное число калорій. Значительно число истинъ, которыя разумъ въ началѣ отказывался признать и которыя онъ, все-таки, принялъ.

Однако, охотно признаю, что взглядъ на атомы, какъ на громадный источникъ энергій, такой энергій, что граммъ какого-нибудь тѣла содержитъ тысячу килограммо-метровъ, слишкомъ противоположенъ усвоеннымъ идеямъ, такъ что онъ не можетъ быстро распространяться, но это объясняется исключительно тѣмъ, что умственные наклонности, выработанныя воспитаніемъ, такъ легко не измѣняются. Міръ это

¹⁾ Revue Scientifique. 2 janvier, 1904.

хорошо высказано г. А. Duclaux'омъ въ статьѣ по этому же вопросу. Вотъ выдержки изъ этой статьи ¹⁾:

„Опыты Густава Лебона, которые возстаютъ противъ принциповъ науки о сохраненіи энергій и неразрушимости матеріи, вызвали многочисленныя возраженія. Это опять показываетъ, что намъ трудно допустить, что матерія способна безпричинно (это значитъ: сама по себѣ, безъ вѣшняго дѣйствія) освобождать большія или меньшія количества энергій. Это происходитъ отъ того очень стараго дуализма между силой и энергіею, который рассматриваетъ матерію и энергію, какъ двѣ различныхъ сущности, и считаетъ матерію саму по себѣ инертной. Можно считать матерію неинертной, громаднымъ источникомъ силъ, которая она расходуетъ, ничего не заимствуя извнѣ. Этимъ вовсе не наносится ударъ принципу сохраненія энергій.

Болѣе серьезно покушеніе на принципъ неразрушимости матеріи; однако, я полагаю, что тѣ, которые серьезно задумывались надъ этимъ вопросомъ, убѣждены, что это только споръ о словахъ.

На самомъ дѣлѣ, Густавъ Лебонъ намъ даетъ четыре послѣдовательныхъ періода развитія матеріи. Защищая, что все возвращается въ эфиръ, онъ говоритъ, что все происходитъ изъ эфира. Въ немъ рождаются міры, въ немъ они гибнутъ, говоритъ онъ. Всомый міръ выходитъ изъ эфира и въ него возвращается подъ вліяніемъ сложныхъ причинъ. Это значитъ, что эфиръ—резервуаръ, одновременно принимающій и отпускающій матерію. Но нельзя отсюда заключить, что исчезаетъ нѣкоторое количество матеріи, развѣ только допустить, что происходитъ потеря эфира, что имѣется течъ въ резервуарѣ во все время этого постояннаго обмѣна между вѣсомымъ и невѣсомымъ міромъ. Но потеря нѣкоторой части эфира недопустима, ибо, согласно гипотезѣ, эфиръ наполняетъ все пространство.

Т. Laisant, экзаменаторъ при Политехнической школѣ, высказалъ подобную же идею, въ цѣнномъ трудѣ, посвященномъ нашимъ изслѣдованіямъ ²⁾.

„Маленькое количество матеріи, напримѣръ, граммъ содержать, по Густаву Лебону, столько энергій, что если бы ее освободить, она равнялась бы миллиардамъ килограмм-метровъ. Во что она превращается при признаніи наличности нематеріальнаго эфира, въ которомъ исчезаетъ матерія? Это особаго рода окончательная нирвана (выражаясь словами Лебона) безконечное, неподвижное бытіе, все поглощающее и ничего не возвращающее.

¹⁾ Revue Scientifique. 2 avril, 1904.

²⁾ L'enseignement mathématique, 15 janvier, 1906.

Я склоненъ считать эфиръ скорѣе постоянной лабораторіею природы, чѣмъ вѣчнымъ кладбищемъ атомовъ. Я почти согласенъ сказать, что эфиръ по отношенію атомовъ то же самое, что въ біологій протоплазма по отношенію къ жизни. Все входитъ и все выходитъ изъ него. Онъ—форма матеріи, первоначальная и окончательная“.

У меня нѣтъ никакого основанія возразить двумъ предыдущимъ ученымъ по поводу судьбы матеріи послѣ ея исчезновенія. Я только хотѣлъ установить, что матерія исчезаетъ безвозвратно, освобождая при этомъ громадную энергію. Вернувшись въ эфиръ, она перестаетъ существовать для насъ. Окончательно исчезла ея индивидуальность. Она превратилась во что-то безвѣстное, вышла изъ предѣловъ міра, доступнаго нашимъ чувствамъ и нашимъ средствамъ изслѣдованія. Навѣрно, больше отличаются другъ отъ друга эфиръ и матерія, чѣмъ углеродъ или азотъ и живыя существа, образованныя ихъ соединеніями. Разрушаясь въ силу законовъ жизни, углеродъ и азотъ способны къ безконечно повторяющемуся числу развитій и гибелей, между тѣмъ матерія, вернувшись въ эфиръ, уже больше не можетъ стать матеріею, развѣ только цѣной колоссальнаго накопленія энергіи, которой понадобился бы непрерывный рядъ вѣковъ для своего сформированія, и которую мы не въ состояніи производить, такъ какъ не владѣемъ могуществомъ, приписывающимся Библіею Творцу.

Я не хотѣлъ касаться возраженій, выдвигаемыхъ принципами термодинамики, ибо намѣревался остановиться на нихъ въ другомъ трудѣ. Ихъ особенно разбираетъ профессоръ Н. Lorenz въ длинной и научной статьѣ, посвященной критикѣ моихъ изслѣдованій ¹⁾.

Проницательный физикъ профессоръ Bernard сдѣлалъ мнѣ подобныя возраженія въ статьѣ по вопросу о потерѣ энергіи. Въ слѣдующемъ отдѣлѣ я разберу эти возраженія. Теперь же я ограничусь указаніемъ на то, что принципъ сохраненія энергіи достаточно гибокъ, какъ это заключаетъ г. Н. Poincaré. Подъ него можно подвести все, что угодно.

Мои идеи нашли сочувствіе среди математиковъ и инженеровъ. Въ свой вступительной рѣчи г. Laisant въ качествѣ представителя Французскаго общества прогресса наукъ (выше я его цитировалъ) привелъ одно изъ наиболѣе главныхъ моихъ заключеній и показалъ всю важность, которую оно можетъ имѣть въ будущемъ.

Сильно откликнулись на мои идеи заграницей. Въ Rivista di Fisica и въ техническомъ журналѣ, назначенномъ для

¹⁾ Les theories du D-r Gustav Lebon sur L'évolution de la matiere. Bulletin de la société chimique de Belgique. XX № os let 2, 1906.

инженеровъ ¹⁾, Профессоръ Somerhausen посвящаетъ имъ статью, изъ которой я привожу нѣсколько строкъ, такъ какъ онѣ показываютъ, что основные принципы современной науки не совсѣмъ удовлетворяютъ критически-мысляще уму.

„Переворотъ въ наукѣ“. Это подходящее заглавіе, ибо фактъ и гипотезы, о которыхъ мы будемъ говорить, стремятся уничтожить два принципа, которые мы считали непоколебимыми основами зданія науки... Если освободиться отъ тенденціи группировать новые факты въ извѣстныя категоріи, придется допустить, что такіе замѣчательные факты, которые мы изслѣдовали, не могутъ быть объяснены извѣстными отношеніями энергіи, и что вмѣстѣ съ Лебономъ ихъ необходимо слѣдуетъ разсматривать, какъ проявленіе непредполагавшейся энергіи.

„Мы констатировали съ одной стороны новое явленіе атомной диссоціаціи, съ другой стороны образованіе значительной энергіи, которую нельзя объяснить извѣстными формами энергіи. Вполнѣ логично связать эти два явленія и приписать разрушенію атомовъ освобожденіе новой энергіи — энергіи пнтра-атомной.

„...Густавъ Лебонъ допускаетъ, что распавшійся атомъ приобрѣлъ свойства, промежуточные между матеріей и энергіей; но съ точки зрѣнія фактовъ все происходитъ такъ, какъ будто имѣетъ мѣсто прямое превращеніе матеріи въ энергію... Мы видимъ здѣсь матерію, какъ прямой источникъ энергіи, что опровергаетъ принципъ сохраненія энергіи. И такъ какъ мы были вынуждены допустить возможность разрушенія матеріи, мы должны допустить возможность сотворять энергію. Мы предвидѣли теперь возможность, комбинируя понятія матеріи и энергіи, придти къ определенному уравненію, которое можно будетъ считать высшимъ синтезомъ явленій міра.

„Это сліяніе въ одно цѣлое матеріи и энергіи, удаленіе послѣдней разрывности въ устройствѣ міра, будетъ, конечно, однимъ изъ крупнѣйшихъ завоеваній науки“.

Я долженъ еще остановиться на возраженіи, которое многимъ, конечно, пришло на умъ. Оно было сформулировано профессоромъ Ріо въ одной изъ четырехъ статей, подъ заглавіемъ *Interatomic energy*, напечатанныхъ имъ въ большомъ научномъ англійскомъ журналѣ ²⁾.

Я ее разберу, но приведу сперва цитату изъ одной изъ этихъ статей.

¹⁾ Bulletin de l'Association des ingenieurs de l'Ecole polytechnique de Bruxelles, decembre 1903.

²⁾ English mechanic and world of science; номера отъ 21 января 4 марта, 15 апрѣля и 14 мая 1904 г.

„Всѣ новыя явленія, катодные лучи, лучи радія и т. д., объясняются доктриной диссоціаціи матеріи, открытой и предлагаемой Густавомъ Лебономъ. Явленіе диссоціаціи матеріи, открытое послѣднимъ, удивляетъ и поражаетъ. Оно, однако, не обратило на себя такого вниманія, какъ открытіе радія, такъ какъ не понимали непосредственной связи между этими двумя открытіями.... Эти опыты открываютъ для изобрѣтателей перспективы, превосходящія всякія грезы. Въ природѣ имѣется громадный источникъ силъ, которыхъ мы не знаемъ... Матерія перестала быть чѣмъ-то инертнымъ, она удивительное хранилище энергіи... Теорія интра-атомной энергіи приводитъ насъ къ совершенно новому взгляду на силы природы... До сихъ поръ мы только знаемъ силы, извѣстныя на атомъ: притяженіе, теплоту, свѣтъ, химическое средство и т. д. Теперь атомъ намъ представляется генераторомъ энергіи, независающимъ отъ всякой внѣшней силы. Всѣ эти явленія послужатъ фундаментомъ для новой теоріи энергіи“.

Упомянутое возраженіе профессора Ріо слѣдующее: „Какъ, спрашиваетъ онъ, частицы, выделяемая подѣйствіемъ интра-атомной энергіи, обладающія такой громадной скоростью, не приводятъ своими ударами въ накаленное состояніе тѣлъ, на которыя онѣ падаютъ? Куда дѣвается израсходованная энергія“?

Отвѣтъ слѣдующій. Когда частицы выталкиваются въ большомъ количествѣ, онѣ на самомъ дѣлѣ въ состояніи своими ударами добѣла накалять металлы, какъ это видно на антикатодѣ прибора Крукса. Радій, и тѣмъ болѣе обыкновенныя тѣла, менѣе активныя, медленно вырабатываютъ энергію, и она не въ состояніи производить значительныя дѣйствія. Самое большое, она способна, какъ это имѣетъ мѣсто у радія, повысить температуру самого тѣла на 2 или 3 градуса. Радій освобождаетъ, согласно измѣреніямъ Curie, 100 малыхъ калорій въ часъ, т. е. такое количество тепла, которое въ состояніи повысить только на одинъ градусъ въ одинъ часъ температуру ста граммовъ воды. Ясно, что такого количества тепла мало для чувствительнаго повышенія температуры металла, особенно если принять во вниманіе, что металлъ черезъ лученспусканіе одновременно охлаждается.

Конечно, процессъ былъ бы другой, еслибъ радій или какое-нибудь другое тѣло диссоціировались бы быстро, не требуя для этого столѣтій. Ученый, который найдетъ средство мгновенно разложить граммъ какого-нибудь металла, радія, свинца или серебра, дальше не увидитъ результатовъ своихъ опытовъ. Произведенный взрывъ былъ бы столь громаденъ, что его лабораторія и всѣ сосѣдніе дома вмѣстѣ съ

ихъ жилищами мгновенно погибли бы. Наврядъ ли когда-нибудь удастся достигнуть такой полной диссоціаціи, хотя г. Де Нееп приписываетъ подобнаго рода взрывамъ внезапное исчезновеніе нѣкоторыхъ звѣздъ. Однако, можно надѣяться, что удастся ускорить частную диссоціацію атомовъ. Это убѣжденіе основано не на теоріи, но на опытѣ, ибо мигъ удалось средствами, изложенными въ этой работѣ, сдѣлать металлы, почти нерадіоактивные, какъ, напримѣръ, олово, въ 40 разъ болѣе радіоактивными, при одинаковой поверхности, чѣмъ уранъ.

Предыдущіе споры показываютъ, что доктрина объ интра-атомной энергіи больше обратила на себя вниманія, чѣмъ теорія всеобщей диссоціаціи матеріи, Первая однако только слѣдствіе второй. Раньше, конечно, слѣдовало установить факты, а потомъ ужъ искать послѣдствій отъ этихъ фактовъ. Эти послѣдствія именно особенно поразили.

Одно изъ серьезнѣйшихъ нашихъ обзорѣній. „l'Année scientifique“, ясно отмѣтило это въ короткихъ словахъ. Вотъ оттуда нѣкоторыя строки.

„...Густавъ Лебонъ, не забудемъ этого, первый направилъ нѣкоторый свѣтъ въ таинственный хаосъ. Онъ показалъ, что радіоактивность—не частное свойство, присущее нѣкоторымъ рѣдкимъ тѣламъ, какъ уранъ, радій и т. д., но что она общее свойство матеріи, которымъ все тѣла обладаютъ въ различной степени...

Такова въ общихъ чертахъ сущность доктрины Густава Лебона. Она уничтожаетъ все наши старыя понятія о вѣчности энергіи и неразрушимости матеріи. Радіоактивность,—общее и существенное свойство матеріи, только проявленіе новой формы энергіи, безвѣстной до сихъ поръ интра-атомной силы.

...Мы еще не знаемъ, какъ освободить и использовать этотъ запасъ неисчерпаемой силы, существованіе которой недавно еще не подозрѣвалось. Но очевидно, что когда человекъ найдетъ средство господствовать надъ ней, совершится самая грандіозная изъ отмѣченныхъ лѣтописями науки революцій—такая революція, важность и послѣдствія которой недоступны для пониманія нашимъ бѣднымъ мозгамъ“.

Философскія послѣдствія нашихъ изслѣдованій не ускользнули отъ вниманія многихъ ученыхъ. На нихъ указалъ инженеръ Sageret въ его критикѣ перваго изданія этой книги въ статьѣ, помѣщенной въ „Revue philosophique“ за ноябрь 1905 года. „Никакая теорія не отвѣчала и лучше не отвѣтитъ на наше стремленіе къ единству, какъ теорія Густава Лебона; она устанавливаетъ самое полное единство, которое только мыслимо себѣ представить, она сводитъ всю совокупность нашихъ знаній къ слѣдующему принципу: су-

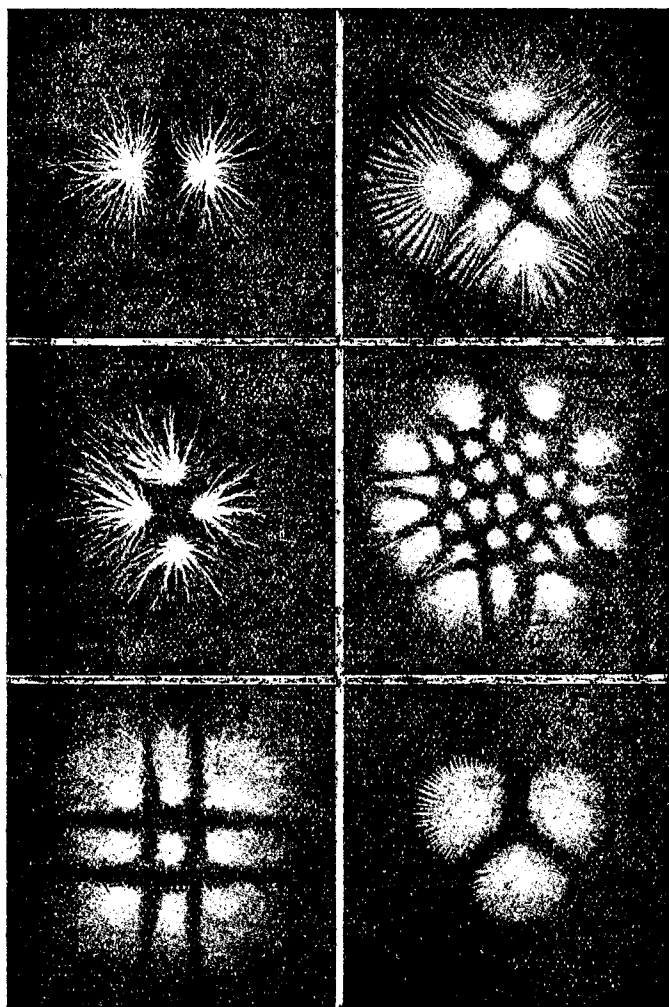
существует только одна субстанція, которая движется, и своими движениями она творитъ всѣ вещи. Для философіи, безъ сомнѣнія, это не новое воззрѣніе, но оно всегда носило характеръ метафизической спекуляціи. Теперь, благодаря доктору Густаву Лебону, оно подкрѣпляется опытомъ.

До сихъ поръ ученый обрывалъ свои изслѣдованія на атомѣ. Онъ не замѣчалъ связи между атомомъ и эфиромъ. Казалось, невозможно уничтожить дуализмъ между міромъ вѣсомымъ и міромъ невѣсомымъ. Теорія дематеріализаціи матеріи устанавливаетъ между ними связь.

Но она осуществляетъ другимъ образомъ научное единство, обобщая законъ эволюціи. Послѣдній недавно примѣнялся только къ міру органическому, теперь же онъ управляетъ всѣмъ міромъ. Атомъ, какъ живое существо, рождается, развивается и умираетъ. Докторъ Лебонъ показываетъ намъ, что химическіе элементы, такъ же, какъ и органическіе виды, измѣняются“.

Въ качествѣ заключенія къ изложенному мы можемъ прибавить, что доктрина интра-атомной энергіи поразила многихъ выдающихся ученыхъ. Отъ нихъ не ускользнуло ея значеніе. Колеблющіеся еще, какъ великій химикъ Moissan, совѣтуютъ своимъ слушателямъ знакомиться съ этой теоріей. Бесѣда съ этимъ крупнымъ ученымъ, недавно помѣщенная въ одномъ журналѣ, показываетъ что его сильно заинтересовала теорія объ энергіи, накопленной въ матеріи.

Когда эта доктрина всѣми будетъ признана, постепенно разовьются всѣ ея послѣдствія. Тогда многіе научные принципы, считающіеся еще догмами науки, должны будутъ исчезнуть. Но теперь еще не настало время настаивать на этихъ послѣдствіяхъ. Они составятъ предметъ изслѣдованія слѣдующаго тома.



ТРЕТЬЯ КНИГА.

Міръ невѣсомый.

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

Классическое раздѣленіе между вѣсомымъ и невѣсомымъ мірами. Существуетъ ли промежуточный міръ между матеріей и эфиромъ?

Прежде наука распредѣляла различныя явленія природы въ строго отдѣленныхъ другъ отъ друга ящикахъ, между которыми, повидимому, не было никакой связи. Это раздѣленіе существовало во всѣхъ областяхъ знанія, въ физикѣ такъ же, какъ въ біологін.

Открытіе законовъ эволюціи удалило изъ естественныхъ наукъ эти рубрики, которыя нѣкогда казались непродоходимыми пропастями. Теперь почти непрерывная цѣпь, соединяющая протоплазму простыхъ организмовъ и человѣка. Каждый день возстановляются отсутствующія звенья, и мы видимъ, какъ на протяженіи времени, путемъ возраставшихъ перемѣнъ, творился процессъ усложненія самыхъ простыхъ существъ.

Физика шла тѣмъ же путемъ, но она еще не дошла до единства изучаемыхъ ею явленій. Она однако очистилась отъ когда-то засорявшихъ ее потоковъ; она открыла отношенія между различными силами и признала, что онѣ только разныя проявленія сущности, считавшейся неразрушимой и названной энергіей. Она, такимъ образомъ, установила непрерывность явленій природы, показала наличность постоянства тамъ, гдѣ, казалось, существуетъ разрывность. Законъ сохранения энергін на дѣлѣ только простое утвержденіе этой неразрывности.

Для окончательнаго установленія общей непрерывности физикѣ еще остается засыпать двѣ глубокихъ ямы. Она

всегда, на самомъ дѣлѣ, проводить широкое раздѣленіе между матеріей и энергіей, и также не меньшее раздѣленіе между вѣсомымъ и невѣсомымъ мірами, т. е. между матеріей и эфиромъ.

Матерія—это все то, что имѣетъ вѣсъ. Свѣтъ, теплота, электричество и всѣ явленія, происходящія въ нѣдрахъ невѣсого эфира, не прибавляя ничего къ вѣсу тѣла, считаются принадлежащими къ міру, совершенно различному отъ матеріи.

Разрывъ между этими двумя мірами, казалось, окончательно установленъ. Самые выдающіеся современные физики даже полагаютъ, что установленіе этого раздѣленія одно изъ величайшихъ открытій всѣхъ вѣковъ. Вотъ какъ по этому поводу высказался Berthelot во вступительной рѣчи при открытіи памятника Лавуазье: „Лавуазье установилъ самыми точными опытами важное и до него не признававшееся раздѣленіе между вѣсовыми тѣлами и невѣсовыми силами: теплотой, свѣтомъ и электричествомъ. Это основное различіе между вѣсовой матеріей и невѣсовой энергіей одно изъ самыхъ великихъ открытій, когда либо сдѣланныхъ; оно основа современныхъ физическихъ, химическихъ и механическихъ наукъ“.

И, дѣйствительно, явленія, происходящія отъ превращеній невѣсого эфира, какъ напримѣръ свѣтъ, не представляютъ никакой видимой аналогіи съ явленіями, исходящими отъ самой матеріи. Матерія можетъ мѣнять свою форму, но при всѣхъ измѣненіяхъ вѣсъ ея остается неизмѣннымъ. Какимъ превращеніямъ ее не подвергаютъ невѣсовые дѣятели, они не прибавляются къ ней и никогда не измѣняютъ ся вѣса.

Чтобъ хорошо понять современную научную мысль, слѣдуетъ сопоставить съ послѣдней цитатой цитату о раздѣленіи между матеріей и энергіей, которую мы привели въ предыдущемъ отдѣлѣ. Онѣ показываютъ намъ, что въ современной наукѣ существуютъ два различныхъ дуализма. Они выражаются въ слѣдующихъ предложеніяхъ:

1) Матерія цѣлкомъ отличается отъ энергіи, она не можетъ создавать энергію.

2) Невѣсомыи эфиръ совершенно отличается отъ матеріи и онъ внѣ всякаго родства съ ней.

Мы попытаемся, напротивъ, доказать, что новые факты стремятся ихъ цѣлкомъ опровергнуть.

Намъ незачѣмъ возвращаться къ доказательству того, что не существуетъ классическаго раздѣленія между матеріею и энергіею, разъ мы посвятили цѣлую главу, чтобъ показать, что можно матерію превращать въ энергію. Мы только должны

разобрать, можно ли также удалить барьеръ между матеріей и эфиромъ.

Нѣкоторые ученые уже показали, что это раздѣленіе искусственное, что оно дѣлаетъ невозможнымъ объясненіе нѣкоторыхъ явленій. Лагмогъ недавно пытался путемъ сложныхъ математическихъ операций уничтожить то, что онъ называетъ „непримиримымъ дуализмомъ между матеріей и эфиромъ“.

Если этотъ дуализмъ исчезнетъ, то только подъ влияніемъ данныхъ опыта. Факты, недавно открытые, достаточно многочисленны, именно факты, имѣющіе отношеніе къ всеобщей диссоціаціи матеріи. На основаніи этихъ фактовъ можно пытаться соединить два до сихъ поръ рѣзко раздѣленныхъ міра.

На первый взглядъ это трудная попытка. Трудно себѣ представить, какимъ образомъ матеріальная вещь, имѣющая вѣсь, опредѣленную форму, напримѣръ, камень или кусокъ цинка, можетъ имѣть родство съ такими подвижными и проворными силами, какъ солнечный свѣтъ или электрическая искра.

Но изслѣдованія современной науки показываютъ намъ, что приближеніемъ крайнихъ членовъ какого нибудь ряда намъ удастся возстановить промежуточные члены и установить аналогіи, скрытыя въ несходствахъ. Благодаря сравненію существъ, появившихся на зарѣ жизни, съ высшими животными, появившимися позже на нашей планетѣ, были открыты соединявшія ихъ связи.

Дѣйствуя въ физикѣ такъ же, какъ въ біологіи, мы увидимъ, что, напротивъ, возможно приближать другъ къ другу такія повидимому различныя вещи, какъ матерія, электричество и свѣтъ.

Съ каждымъ днемъ, на самомъ дѣлѣ, увеличивается число фактовъ, указывающихъ на существованіе промежуточнаго міра между матеріею и эфиромъ. Остается только ихъ изслѣдовать и синтезировать.

Чтобъ имѣть основаніе говорить, что какая-нибудь вещь можетъ быть разсматриваема, какъ промежуточная между матеріей и эфиромъ, необходимо, чтобъ она обладала свойствами, одновременно приближающими и отличающими ее отъ этихъ двухъ сущностей. Только потому, что естествоиспытателямъ удалось подмѣтить аналогичныя свойства у человѣкообразныхъ обезьянъ, послѣднихъ считаютъ связующимъ звеномъ между низшими животными и человѣкомъ.

Мы тоже будемъ пользоваться методомъ натуралистовъ. Будемъ искать промежуточныхъ чертъ какой-нибудь сущности, на основаніи которыхъ можно было бы утверждать, что она, немного приближаясь къ матеріи, ужъ больше не

матеріа, и что она, приближаясь къ эфиру, еще не эфиръ.

Многія главы этой работы будутъ посвящены этимъ доказательствамъ. Теперь мы можемъ только указать ихъ результаты. Мы попытаемся показать, что продукты дематериализаціи матеріи, т.-е. частицы, выдѣляющіяся во время диссоціаціи, обладаютъ свойствами промежуточными между эфиромъ и матеріею.

Что это за частицы? Въ чемъ онѣ потеряли свои матеріальныя свойства?

Въ теченіе многихъ лѣтъ физики упорствовали и въ выдѣленіяхъ радиоактивныхъ тѣлъ видѣли только осколки, болѣе или менѣе приближающіеся къ матеріи.

Безсильные освободиться отъ сковывавшихъ ихъ понятій о матеріи, какъ объ опорѣ для силы, они полагали, что выдѣляемая частицы суть атомы, заряженные электричествомъ, но что эти атомы образованы изъ матеріи.

Казалось, это положеніе подтверждаетъ то, что выдѣленіе радиоактивныхъ тѣлъ очень часто сопровождается метаніемъ матеріальныхъ частицъ. Въ приборѣ Крукса выдѣленіе твердыхъ частицъ, брызжущихъ отъ катода, настолько интенсивно, что можно металлизировать тѣла, расположенныя по пути слѣдованія этихъ частицъ. Это увлеченіе матеріи, между прочимъ, наблюдается у большинства электрическихъ явленій, особенно когда доведенный до достаточнаго потенциала зарядъ проходитъ между двумя электродами.

Спектроскопъ, на самомъ дѣлѣ, всегда обнаруживаетъ въ искрахъ характерныя полосы металловъ, образующихъ электроды.

Еще одно основаніе, казалось, доказывало матеріальность выдѣляемыхъ частицъ, о которыхъ идетъ рѣчь: онѣ отклоняются магнитнымъ полемъ и, слѣдовательно, заряжены электричествомъ; но, такъ какъ никогда не видѣли переноса электричества безъ матеріальной опоры, то ясно было, что эта опора существуетъ.

Этого рода матеріальная пыль, изъ которой, какъ полагали, образованы катодные лучи и лучи радиоактивныхъ тѣлъ, обладаетъ свойствами матеріальныхъ вещей. Но она не только не обладаетъ одними и тѣми же свойствами независимо отъ диссоціировавшагося тѣла, но чѣмъ дальше, тѣмъ больше она теряетъ всѣ особенности матеріи, которая ее породила. *Lenard* это ясно показалъ, когда онъ провѣрялъ одну изъ своихъ старыхъ гипотезъ, въ силу которой потоки, порождаемые ультрафіолетовыми лучами, падающими на поверхность металла, состоятъ изъ пыли, оторванной отъ поверхности этихъ металловъ. Взявъ очень чувствительный къ дѣйствию свѣта натръ, присутствіе безконечно-малаго количества котораго въ воздухѣ можно обнаружить при помощи спектро-

скопа, онъ убѣдился, что выдѣлявшіеся потоки не содержать ни одной линіи натра. Если, такимъ образомъ, выдѣлявшіеся частицы диссоціирующихся тѣлъ матеріальны, онѣ не обладаютъ ни однимъ изъ свойствъ тѣлъ, изъ которыхъ онѣ происходятъ.

Подобнаго рода факты достаточно многочисленны. Они показываютъ, что при каждомъ лученспусканіи, также какъ и при лученспусканіи отъ радиоактивности, матерія превращается во что-то, непохожее больше на обыкновенную матерію, ибо не сохранилось ни одно изъ ея свойствъ. Вотъ это нѣчто мы и изслѣдуемъ. Мы покажемъ, что оно принадлежитъ міру, промежуточному между матеріею и эфиромъ.

До тѣхъ поръ, пока не было извѣстно существованіе этого промежуточнаго міра, наука находилась предъ лицомъ фактовъ, которыхъ она не умѣла группировать. Такъ, на примѣръ, очень долго физики не знали, куда отнести катодные лучи, которые именнно составляютъ часть этого міра. Промежуточнаго между матеріею и энергіею. Они послѣдовательно относили ихъ то къ міру матеріи, то къ міру эфира, несмотря на то, что эти два міра считались такъ различными другъ отъ друга.

Естественно, что ихъ больше негдѣ было помѣстить. Разъ физика полагала, что явленія могутъ принадлежать только къ этимъ двумъ мірамъ, то, понятно, что то, что не принадлежитъ къ одному міру, принадлежитъ непременно къ другому.

Въ дѣйствительности, они не принадлежатъ ни къ одному изъ этихъ міровъ, но къ міру, промежуточному между матеріею и эфиромъ. Этотъ міръ мы изслѣдуемъ въ этомъ трудѣ. Мы увидимъ, что онъ состоитъ изъ множества совершенно новыхъ вещей, которыя мы едва начинаемъ познавать.

ГЛАВА ВТОРАЯ.

Нематеріальная основа міра-эфира.

Большая часть явленій физики: теплота, свѣтъ, электричество и т. д. происходятъ, какъ полагаютъ, въ эфирѣ. Притяженіе, отъ котораго зависитъ механика міра и ходъ свѣтила, считается тоже однимъ изъ проявленій эфира. Всѣ теоретическія изслѣдованія въ области устройства атомовъ приводятъ къ заключенію, что онъ ихъ основа.

Хотя внутренняя сущность эфира слегка только намѣчается, его существованіе уже давно напрашивалось, а для

нѣкоторыхъ оно казалось болѣе дѣйствительнымъ, чѣмъ существованіе самой матеріи.

Существованіе эфира оказалось необходимымъ для объясненія передачи дѣйствія силы на разстояніе. Оно, казалось, опытомъ было доказано, когда Френель доказалъ, что свѣтъ распространяется волнами, похожими на волны, образующіяся при паденіи камня въ воду.

Путемъ интерференціи лучей свѣта ему удавалось образовать темноту въ мѣстахъ встрѣчи сгущенныхъ частей одной свѣтовой волны и разрѣженныхъ частей другой волны. Такъ какъ свѣтъ распространяется волнами, то эти волны необходимо въ чемъ-то производятся—это нѣчто мы и называемъ эфиромъ.

Роль эфира стала громадной, она все растетъ вмѣстѣ съ прогрессомъ физики. Безъ него нельзя было бы объяснить большинства явленій природы. Безъ эфира не было бы ни тяжести, ни свѣта, ни электричества, ни теплоты, однимъ словомъ, ничего изъ всего того, что мы знаемъ. Міръ былъ бы безмолвенъ и мертвъ, или онъ проявился бы въ формѣ, которую даже трудно себѣ представить. Если бы возможно было устроить стеклянную комнату и оттуда цѣлкомъ извлечь эфиръ,—въ нее не проникали бы ни свѣтъ, ни теплота. Она была бы абсолютно темна и, вѣроятно, тяжесть не дѣйствовала бы на тѣла, помѣщенные внутри ея. Они, стало быть, потеряли бы свой вѣсъ.

Но какъ только мы пытаемся опредѣлить свойства эфира, мы сталкиваемся съ громадными трудностями. Онѣ, безъ сомнѣнія, обуславливаются тѣмъ, что эта нематеріальная сущность не можетъ быть сведена и связана ни съ чѣмъ, намъ извѣстнымъ; мы ни съ чѣмъ не можемъ ее сравнивать для того, чтобы опредѣлить ее.

Мы находимся въ такомъ же положеніи въ отношеніи явленій, которыхъ нельзя сравнивать съ обычно-наблюдаемыми явленіями, какъ глухой отъ рожденія къ музыкѣ или какъ слѣпой къ цвѣту. Никакой образъ не въ состояніи объяснить имъ, что такое звукъ или цвѣтъ.

Когда физика въ нѣсколькихъ строкахъ говоритъ намъ, что эфиръ—это невѣсомая среда, наполняющая весь міръ, намъ на умъ приходитъ первое о немъ представленіе, какъ о газѣ, настолько разрѣженномъ, что онъ для нашихъ средствъ обнаруженія вѣса невѣсомъ. Не трудно себѣ представить такой газъ. Г. Muller высчиталъ, что если бы превратили въ газообразное состояніе вещество, изъ котораго состоитъ солнце и окружающія его планеты, если бы этотъ полученный газъ помѣстили въ пространство, отдѣляющее наиболѣе приближенныхъ звѣзды, то кубическій мириаметръ этой матеріи едва вѣсилъ бы одну тысячную миллиграмма.

Такой газъ, слѣдовательно, былъ бы невѣсомъ для нашихъ вѣсовъ. Плотность этого газа, который, пожалуй, представляетъ первоначальное состояніе нашей туманности, въ квадриллионъ разъ меньше плотности пространства въ сосудѣ Крукса, въ которомъ давленіе равняется одной миллионной атмосферы.

Къ несчастью, эфиръ по своимъ свойствамъ не приближается ни къ какому газу. Газы очень сжимаемы, эфиръ не можетъ сжиматься, ибо въ противномъ случаѣ онъ не могъ бы почти мгновенно передавать колебанія свѣтовыхъ волнъ.

Только въ теоретически совершенныхъ жидкостяхъ, или еще лучше въ твердыхъ тѣлахъ мы можемъ открывать отдаленныя сходства съ эфиромъ. Необходимо только представить себѣ среду съ очень простыми свойствами. Ея твердость должна быть больше твердости стали, ибо иначе она не могла бы передавать свѣтовые волны со скоростью въ 300.000 километровъ въ секунду. Одинъ изъ самыхъ знаменитыхъ современныхъ физиковъ, лордъ Кельвинъ, разсматриваетъ эфиръ, какъ „эластическую твердую массу, наполняющую все пространство“.

Эластическая масса, образующая эфиръ, обладаетъ свойствами, чуждыми твердымъ тѣламъ. Этихъ свойствъ мы не встрѣчаемъ ни у одного изъ нихъ. Ея крайняя твердость соединяется съ очень слабой плотностью, т.-е. съ такой плотностью, при которой треніе не замедляетъ движенія свѣтила въ пространствѣ. Нирнъ показалъ, что если бы плотность эфира была въ миллионъ разъ меньше плотности разряженнаго воздуха прибора Крукса, эфиръ измѣнялъ бы въ каждое столѣтіе на полсекунды среднее движеніе луны. Такая среда, несмотря на ея столь слабую плотность, скоро вытѣснила бы атмосферу земли. Вычиситано, что если эта среда обладала бы свойствами газа, она при встрѣчѣ со свѣтилами, лишенными, подобно лунѣ, атмосферы, нагрѣвалась бы на 38.000 градусовъ. Какъ это ни кажется непонятнымъ, тѣмъ не менѣе, наконецъ, были вынуждены признать, что эфиръ твердая масса, не обладающая ни вѣсомъ, ни плотностью.

Другіе физики, наоборотъ, защищали взглядъ, что плотность эфира очень большая. Они основываются на электромагнитной теоріи матеріи, которая полагаетъ, что эфиръ такъ же инертенъ, какъ матерія. По этой теоріи, масса тѣлъ не что иное, какъ масса окружающаго его эфира. Последняя удерживаетъ и увлекаетъ линіи силъ, окружающія электрическія частицы, изъ которыхъ образованы атомы. Инерція тѣлъ обязана инерціи эфира. Кинетическая энергія обязана движеніямъ эфира, окруженнаго линіями силъ, ко-

торыя соединяють его съ атомами. J. J. Thomson, защищающій эту гипотезу, ¹⁾ прибавляетъ, „что по этой гипотезѣ, плотность эфира выше плотности всѣхъ извѣстныхъ тѣлъ“. Онъ, между прочимъ, очень неопредѣленно объясняетъ, почему это такъ.

Трудно также объяснить явленіе передачи силы въ эфирѣ. Электро-магнитъ дѣйствуетъ черезъ пустоту, т.-е. черезъ посредничество эфира. Этотъ же электромагнитъ развиваетъ силу, дѣйствующую на разстояніи на желѣзо и достигающую 110 килограм. на квадратный сантиметръ. „Какимъ образомъ, спрашиваютъ выдающіеся физики, развиваются такія громадныя силы въ эфирѣ, эластической массѣ, въ которой однако, свободно движутся вѣсомыя тѣла?“ Мы этого не знаемъ, и мы не можемъ сказать, узнаемъ ли мы это когда-нибудь.

Нельзя почти ничего сказать объ устройствѣ эфира. Maxwell полагалъ, что онъ состоитъ изъ маленькихъ сферъ, увлекаемыхъ быстрыми вращательными движеніями, которыя онъ постепенно передаютъ другъ другу. Френель считаетъ, что упругость эфира постоянная, но что его плотность мѣняется. Другіе физики, напротивъ, полагаютъ, что его плотность постоянна, но что упругость его непостоянна. Большинство ученыхъ полагаетъ, что его не перемѣщаютъ движенія матеріальныхъ системъ, черезъ него проходящихъ, а нѣкоторые защищаютъ противоположное воззрѣніе.

Всѣ во всякомъ случаѣ согласны, что эфиръ сущность, сильно отличающаяся отъ матеріи, что на него не дѣйствуютъ законы притяженія. Онъ не имѣетъ вѣса, нематериаленъ въ обычномъ смыслѣ слова и образуетъ невѣсомый міръ.

Если эфиръ не имѣетъ вѣса, онъ однако имѣетъ массу, такъ какъ онъ представляетъ препятствіе движенію. Масса эта очень слабая, ибо скорость распространенія свѣта очень велика. Если бы эта масса равнялась нулю, то свѣтъ распространялся бы мгновенно.

Вопросъ о невѣсомости эфира, разбивавшійся въ теченіе долгаго времени, теперь, кажется, былъ окончательно оставленъ. Его недавно возбудилъ лордъ Кельвинъ ²⁾.

Математическія соображенія, о которыхъ я здѣсь не могу говорить, приводятъ его къ заключенію, что эфиръ—субстанція, не подчиняющаяся законамъ притяженія, т.-е. онъ невѣсомъ, но онъ прибавляетъ, „мы не имѣемъ никакаго основанія считать его абсолютно несжимаемымъ. Мы мо-

¹⁾ Electricite and Matter Westminster, 1904; также On the dynamic of Electrified. (Proceedings of the Cambridge Philosophical Society, 1903, p.—83.

²⁾ On the Clustering of gravitational matter in any part of the Univers. (Philosophical Magazin, janvier, 1902).

жемъ допустить, что достаточное давленіе способно его сгущать“.

Вѣроятно, отъ этого сгущенія, происшедшаго въ началѣ вѣковъ, при помощи совершенно неизвѣстнаго намъ механизма, происходятъ атомы, на которые многіе физики, особенно Лагмогъ, смотрять, какъ на основы конденсаціи эфира, имѣющія форму маленькихъ вихрей, увлекаемыхъ громадною скоростью вращательнаго движенія. „Матеріальная молекула, нишетъ этотъ физикъ, цѣлкомъ образована изъ эфира и не изъ чего-либо другого“ ¹⁾.

Таковы свойства, которыя изслѣдователь явленій міра приписываетъ эфиру. Слѣдуетъ довольствоваться констатированіемъ непонятнаго факта, что мы живемъ въ нематеріальной средѣ, болѣе твердой, чѣмъ сталь. Въ этой средѣ мы можемъ производить движенія со скоростью въ 300.000 больше скорости полета пушечнаго ядра. Таковыя движенія легко вызываются, напримѣръ, горѣніемъ любого тѣла. Эфиръ—агентъ, который находится повсюду. Мы его можемъ сотрясать, отклонять и по желанію измѣрять, но мы не можемъ его изолировать. Его внутренняя сущность составляетъ волнующую насъ тайну.

Изложенное можно резюмировать въ слѣдующихъ словахъ. Мы, мало зная о сущности эфира, должны считать, что большинство явленій природы послѣдствія проявленія эфира. Онъ, безъ сомнѣнія, первый источникъ, первая основа вещей, субстратъ міровъ и всѣхъ существъ, ихъ населяющихъ.

Мы скоро попытаемся доказать, какъ невѣсомый эфиръ можетъ соединяться съ матеріей, а также уловить связь между матеріальнымъ и нематеріальнымъ. Для пониманія этой связи, мы изучимъ сначала нѣкоторыя равновѣсія, которыя можно наблюдать въ эфирѣ. Мы знаемъ очень ограниченное число этихъ равновѣсій, но тѣ, которыя намъ извѣстны, позволятъ путемъ аналогій предугадать природу неизвѣстныхъ равновѣсій.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

Различныя формы равновѣсія въ эфирѣ.

Самыя важныя явленія природы,—теплота, свѣтъ, электричество и т. д., происходятъ, какъ мы это видѣли, въ эфирѣ. Они порождаются опредѣленными возмущеніями этой нема-

¹⁾ Ether and Matter, London, 1900.

теріальної жидкості, вишедшій или возвращающейсѣ въ состояніе равновѣсія. Силы міра мы на самомъ дѣлѣ познаемъ только благодаря нарушеніямъ равновѣсія. Состояніе равновѣсія предѣлѣ, выше котораго сила для насъ непознаваема.

Свѣтъ—это только смѣна равновѣсія эфира, которое характеризуется его колебаніями; онъ прекращается, какъ только равновѣсіе установлено. Электрическая искра нашихъ лабораторій такъ же, какъ молнія,—только простыя проявленія перемѣнъ, пропсшедшихъ подѣ впливіемъ различныхъ причинъ въ электрической жидкости, вышедшій изъ равновѣсія и сисящейсѣ снова въ него вернуться. Пока мы не знали, какъ выводить электрическую жидкость изъ состоянія покоя, ея существованіе было неизвѣстно.

Всѣ измѣненія равновѣсія, пропсходящія въ эфирѣ, очень неустойчивы. Они не соотвѣтствуютъ причинѣ, ихъ породившей. Этимъ они отличаются отъ матеріальныхъ равновѣсій. Различныя формы равновѣсій, наблюдаемыхъ въ матеріи, кажутся хотя бы на видѣ устойчивыми, т.-е. они слѣдуютъ за вызывающей ихъ причиной. Міръ эфира—это міръ подвижныхъ равновѣсій; міръ матеріи, напротивъ,—міръ равновѣсій, способныхъ къ нѣкоторой неподвижности.

Сказать, что нѣкоторая вещь уже больше не въ равновѣсії, это значитъ констатировать, что она претерпѣла опредѣленныя перемѣненія. Извѣстныя намъ движенія, опредѣляющія явленія, не очень многочисленны. Это главнымъ образомъ притяженія, отталкиванія, вращенія, метанія, колебанія и вихревыя движенія.

Изъ этихъ различныхъ движеній лучше другихъ извѣстны движенія, вызываемыя притяженіями и отталкиваніями. Къ нимъ почти исключительно прибѣгають для опредѣленія явленій. Всѣ измѣряють притяженіе между землей и тѣлами, гальванометръ — притяженія между электрическимъ токомъ и магнитомъ, термометръ измѣряетъ притяженія или отталкиванія молекулъ какой-нибудь жидкости, подвергнутой впливію теплоты. Осмотическія равновѣсія, отъ которыхъ зависитъ большинство явленій жизни, сводятся къ притяженіямъ и отталкиваніямъ молекулъ въ нѣдрахъ жидкостей. Движенія различныхъ веществъ и вытекающія изъ этихъ движеній различныя равновѣсія играютъ, такимъ образомъ, основную роль въ процессѣ образованія явленій. Они образуютъ ихъ сущность и суть существенныя реальности, которыя нами познаются.

До послѣднихъ лѣтъ изучали только правильныя колебательныя движенія эфира, образующія свѣтовые явленія. Можно, однако, было допустить, что жидкость, внутри которой можно вызывать правильныя волны, способна также и

къ другимъ волненіямъ. Теперь допускають, что эфиръ можетъ быть мѣстопробываніемъ различныхъ движеній: вращательныхъ и вихревыхъ.

Среди изученныхъ въ послѣдніе годы формъ движеній эфира вихри, повидимому, играютъ преобладающую роль, по крайней мѣрѣ, съ теоретической точки зрѣнія. Для Lagrange¹⁾ и другихъ ученыхъ электроны, — предполагаемые элементы электрической жидкости, а по мнѣнію нѣкоторыхъ ученыхъ, и матеріальные атомы суть вихри или гиростаты, образованные въ нѣдрахъ эфира. Профессоръ De Heen²⁾ уподобляетъ ихъ спиральной проволоки. Отъ направленія ихъ вращательнаго движенія зависятъ притяженія и отталкиванія. Sutherland пытается направленіемъ движеній этихъ гиростатовъ объяснить теплопроводность и электропроводность. „Электро-проводность, говоритъ онъ, зависитъ отъ колебательнаго движенія гиростатовъ по направленію электрической силы, а теплопроводность отъ колебательнаго движенія вихрей по всѣмъ направленіямъ“³⁾.

Математическій анализъ привелъ физиковъ къ заключенію, что вихри играютъ преобладающую роль въ эфирѣ. Опыты надъ матеріальными жидкостями даютъ этимъ гипотезамъ точное обоснованіе, ибо они позволяютъ, какъ мы это увидимъ, воспроизводить притяженія и отталкиванія, наблюдаемыя при электрическихъ явленіяхъ, и образовывать при помощи вихревыхъ движеній матеріальныхъ тѣлъ опредѣленные геометрическія формы.

Можно образовывать матеріальный вихрь какимъ-нибудь потокомъ, жидкимъ или газообразнымъ, вращающимся вокругъ оси. Своими вращательными движеніями этотъ потокъ описываетъ спиральныя линіи. Изученіе вихрей было предметомъ важныхъ изслѣдованій со стороны различныхъ ученыхъ. Этимъ вопросомъ особенно занимались Bjerckness и Veyher⁴⁾. Они показали, что можно при помощи вихрей воспроизводить всѣ электрическія явленія притяженія и отталкиванія: отклоненіе токомъ магнитной стрѣлки и т. п.

Эти вихри получаютъ при помощи быстрого вращательнаго движенія оси, снабженной лопатками или просто шаромъ. Вокругъ этого шара образуются газовея потоки, не симметричныя по отношенію къ плоскости экватора. Эти потоки притягиваютъ или отталкиваютъ приближаемыя къ нимъ тѣла, въ зависимости отъ положенія тѣла. Можно

¹⁾ Ether and Matter. 1900.

²⁾ Prodromes d'une théorie d'électricité, 1903.

³⁾ The electric origine of Rigidity (Philosophical Magazine, mai 1904.

⁴⁾ Sur les tourbillons ib — 8, 2, édition.

даже, какъ это показалъ Weyher, заставить эти тѣла двигаться вокругъ шара, не касаясь его; они тогда движутся точно спутники вокругъ планеты.

Вихри эти образуютъ самую легкую форму, которую принимаютъ матеріальныя частицы, ибо простое дуновение приводитъ жидкость въ вихреобразное движеніе. Они могутъ, какъ между прочимъ всѣ вращательныя движенія, образовать очень устойчивыя равновѣсія, способныя противодѣйствовать силѣ тяжести.

Движущійся волчекъ стоитъ на своемъ остриѣ, также и велосипедъ, который падаетъ, какъ только прекращается его движеніе. Вертикальные винты, такъ называемые геликоптеры, употребляющіеся при авіаціи, поднимаются въ атмосферу, скользятъ по ней, какъ только ихъ приводятъ во вращательное движеніе и держатся въ воздухѣ во все время этого вращенія. Какъ только движеніе прекращается, они больше не могутъ преодолевать силу тяжести и тяжело падаютъ на землю. Легко такимъ образомъ понять, что равновѣсія атомовъ лучше всего объясняются вращательными движеніями.

Многіе ученые пытаются объяснять вихревыми движеніями въ эфирѣ силу притяженія. Профессоръ Armand Gautier даетъ подобное объясненіе въ трудѣ, написанномъ имъ по поводу моей статьи объ интра-атомной энергіи. Если это объясненіе удовлетворительное, то оно имѣетъ еще одно преимущество, ибо оно легко показываетъ, какимъ образомъ изъ міра невѣсимаго образуется міръ вѣсомый.

„Матеріальный атомъ, увлекаемый вращательными движеніями, передаетъ эти движенія окружающему его эфиру и черезъ эфиръ другимъ отдаленнымъ тѣламъ, погруженнымъ въ эфиръ. Отсюда слѣдуетъ, что матеріальныя тѣла, въ силу самой инерціи, порываются, какъ бы *выкидываются* одно въ другое при посредствѣ общаго вихреобразнаго движенія эфира, въ которомъ они находятся; однимъ словомъ, эти матеріальныя тѣла должны притягиваться. Достаточно для этого допустить, что существуетъ особаго рода липкость между частицами эфира, или особаго рода влеченіе частицъ другъ къ другу. Но если круговоротное состояніе атомныхъ соединеній такимъ образомъ кажется причиной взаимнаго притяженія, т.-е. тяготѣнія, послѣднее цѣликомъ или частью исчезаетъ, когда энергія вращается цѣликомъ или частью превращается въ энергію поступательнаго движенія въ пространствѣ. Не происходитъ ли то же самое съ электрономъ, т. е. съ частью, оторванной отъ атома и оттолкнутой отъ матеріальнаго соединенія со скоростью свѣта, при чемъ угловая скорость превратилась въ скорость прямолинейнаго движенія. Эти оторванные отъ матеріи

электроны, если они только ужъ больше не находятся въ состояніи согласованнаго и замѣтнаго круговоротнаго движенія, могутъ терять частью или цѣликомъ свой вѣсъ, сохраняя свою массу и все подчиняясь закону, измѣряющему ихъ энергію половиною произведенія ихъ массы на квадратъ скорости ихъ поступательнаго движенія“¹⁾).

Опыты, произведенные надъ вихреобразными движеніями въ жидкостяхъ, вызываютъ не одни только притяженія, отталкиванія и всевозможныя равновѣсія. Эти движенія при опредѣленныхъ комбинаціяхъ могутъ образовывать правильныя геометрическія формы, какъ это показалъ г. Benard на цѣломъ рядѣ опытовъ²⁾).

Онъ показалъ, что жидкость въ видѣ тонкой пластинки, подвергнутая опредѣленнымъ волненіямъ (близкимъ къ равновѣсію) дѣлится на вертикальныя призмы съ многоугольными основаніями. Ихъ можно видѣть при помощи опредѣленныхъ оптическихъ процессовъ, или просто, или посредствомъ очень тонкаго порошка, всыпаннаго въ жидкость. „Плоскія стѣнки этихъ шестигуольныхъ призмъ, говоритъ г. Benard, и ихъ вертикальныя оси, образованы геометрическими мѣстами нулевыхъ вихрей. Линіи вихрей суть замкнутыя кривыя съ центромъ на оси этихъ призмъ“. Быстро-охлажденные металлы послѣ вторичнаго плавленія и вытягиванія въ тонкія пластинки часто дѣлятся такимъ же образомъ и принимаютъ видъ многоугольныхъ кѣттокъ.

Эти опыты намъ показываютъ, что молекулы жидкости могутъ образовывать геометрическія формы, при чемъ жидкость не перестаетъ быть жидкостью. Эти мгновенныя формы равновѣсія не остаются по прекращеніи дѣйствія вызывающей ихъ силы. Онѣ похожи на равновѣсія, полученныя нами удобнымъ комбинированіемъ элементовъ равновѣсія матеріи, какъ это мы скоро увидимъ.

Аналогіи между молекулами матеріальныхъ жидкостей и нематеріальныхъ очень многочисленны, но онѣ никогда не приводятъ къ тождеству, такъ какъ между матеріальными и нематеріальными вещами существуютъ два важныхъ пункта различія. Первые подвергнуты дѣйствию тяжести и имѣютъ очень большую массу. Онѣ, слѣдовательно, слабо подчиняются перемѣнамъ движеній. Послѣднія находятъ въ дѣйствія тяготѣнія и имѣютъ очень *слабую массу*. Незначительность ихъ массы позволяетъ имъ принимать, подъ дѣйствіемъ различныхъ причинъ, очень быстрыя движенія, слѣдовательно, быть очень подвижными. Несмотря на то, что масса ихъ незначительна, матеріальныя моле-

¹⁾ Revue Scientifique, 13 janvier 1904.

²⁾ Revue des Sciences, 1900.

кулы производятъ достаточно громадныя механическія дѣйствія, какъ, напримѣръ, въ приборѣ Крукса, гдѣ зеркала раскаляются вслѣдствіе стремительнаго натиска катодныхъ лучей. Это объясняется тѣмъ, что незначительность массы компенсируется крайней скоростью движенія этихъ частицъ.

Въ формулѣ $T = \frac{mv^2}{2}$ можно уменьшать m , соотвѣтственно увеличивая v такъ, чтобъ величина T не измѣнялась.

Разсматривая громадную роль, которую играютъ различныя формы равновѣсія эфира, мы легко приходимъ къ заключенію, что матерія только частное состояніе равновѣсія эфира. Слѣдовательно, при отысканіи связей, соединяющихъ матеріальныя и нематеріальныя вещи, намъ придется въ остальныхъ главахъ особенно изслѣдовать различныя формы равновѣсія, которыми обладаетъ предполагаемый нами промежуточный міръ, искать аналогіи и несходства этихъ равновѣсій съ равновѣсіями двухъ міровъ, которые мы стараемся связывать.

КНИГА ЧЕТВЕРТАЯ.

Дематеріалізація матерії.

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

Различныя толкованія опытовъ, обнаруживающихъ явленія диссоціаціи матерії.

§ 1. Первоначальныя объясненія.

Эфиръ и матерія образуютъ два крайнихъ члена въ ряду явленій. Между столь отдаленными другъ отъ друга членами существуютъ промежуточные элементы, наличность которыхъ обнаруживаетъ наблюденіе.

Ни одинъ изъ опытовъ, которые мы изложили, не покажетъ намъ превращенія эфира въ матеріальныя вещи. Нужно обладать колоссальною энергіей, чтобы осуществить подобную конденсацію эфира. Но осуществимо обратное превращеніе, т.-е. превращеніе матерії въ эфиръ, или въ сущности, близкія къ эфиру.

Это осуществляется диссоціаціей матерії.

Зародыши нашей теоріи о диссоціаціи матерії лежатъ въ открытіяхъ катодныхъ и X лучей.

Эта диссоціація, безпричинная или искусственно вызванная, всегда, на самомъ дѣлѣ, обнаруживается выдѣленіемъ въ пространство лучевыхъ потоковъ породы катодныхъ и X лучей. Объединеніе этихъ, на видъ столь различныхъ явленій, которое я одинъ защищалъ въ теченіе многихъ лѣтъ, теперь признается повсюду.

Открытіе катодныхъ лучей и X лучей, которые неизмѣнно сопровождаютъ ихъ, представляетъ собою одинъ изъ самыхъ важныхъ этаповъ современной науки. Безъ этого открытія никогда не могла бы быть установлена диссоціація матерії; безъ него навсегда оставалось бы безвѣстнымъ то, что диссоціаціи обязано много явленій, давно извѣстныхъ въ физикѣ, но которыхъ нельзя было объяснять.

Каждый теперь знает, что такое катодные лучи.

Когда мы посылаемъ электрическій токъ достаточной напряженности черезъ трубку, снабженную электродами, и изъ которой почти выкачанъ весь воздухъ, катодъ выдѣляетъ лучи, распространяющіеся по прямымъ линіямъ, нагревающимъ встрѣчающіеся имъ тѣла и отклоняющіеся магнитомъ. Между прочимъ металлическій катодъ служитъ только для того, чтобы увеличилось эти лучи, ибо своими опытами я показалъ, что трубка Крукса безъ катода и безъ всякаго слѣда металлическаго вещества даетъ тѣ же самыя явленія.

Катодные лучи заряжены электричествомъ. Оно проходить черезъ очень тонкія металлическія пластинки, соединенныя съ землею, сохраняя свой зарядъ. При встрѣчѣ препятствій эти лучи порождаютъ частные лучи, такъ называемые X лучи, которые отличаются отъ катодныхъ лучей тѣмъ, что они не отклоняются магнитомъ, а также своей способностью проникать черезъ толстыя металлическія пластинки цѣпкомъ задерживающія катодные лучи.

Катодные и X-лучи порождаютъ электричество во всѣхъ тѣлахъ, газообразныхъ или твердыхъ, которыми они встрѣчаются. Слѣдовательно, они дѣлаютъ воздухъ проводникомъ электричества.

На природу катодныхъ лучей вначалѣ иначе смотрѣли, чѣмъ теперь. Круксъ, который первый обнаружилъ свойства катодныхъ лучей, приписывалъ ихъ дѣйствіе крайне разрѣженному состоянію газовыхъ молекулъ при достаточно сильной пустотѣ.

Въ этомъ „ультра-газовомъ“ состояніи разрѣженныхъ молекулы представляли для него частное, четвертое состояніе матеріи. Состояніе это характеризуется тѣмъ, что молекулы при своемъ движеніи не задерживаются столкновеніями съ другими молекулами. Свободный путь этихъ разрѣженныхъ молекулъ удлинняется до того, что ихъ взаимные удары ничтожны въ сравненіи съ ихъ разстояніями. Онѣ тогда свободно движутся по всѣмъ направленіямъ. Когда ихъ движеніемъ управляетъ внѣшняя сила, напримѣръ, электрическій токъ, онѣ выбрасываются по одному направленію, какъ пушечная картечь. Встрѣчая на своемъ пути препятствія, онѣ своей молекулярной бомбардировкой вызываютъ фосфоресценцію и тепловыя явленія, какъ это показали опыты знаменитаго физика.

Такое воззрѣніе на природу катодныхъ лучей, признающее теперь немногими, слагалось подъ влияніемъ кинетической теоріи газовъ, которую я сейчасъ напому въ нѣсколькихъ строкахъ.

По этой теоріи молекулы газа состоятъ изъ совершенно упругихъ частицъ (условіе необходимое, чтобы при ударѣ

онѣ не теряли энергіи), достаточно удаленныхъ другъ отъ друга такъ, что не производятъ взаимнаго притяженія. Онѣ обладаютъ различной скоростью движенія въ зависимости отъ газа, достигающей приблизительно для водорода 1800 метровъ въ секунду, т.-е. двойной скорости пушечнаго ядра. Скорость эта, между прочимъ, только теоретическая, ибо на практикѣ она уменьшается въ силу взаимныхъ столкновеній, ограничивающихъ свободный пролетъ приблизительно въ одну тысячную миллиметра. Вслѣдствіе этихъ ударовъ молекулъ, газъ производитъ давленіе на стѣнки заключающаго его сосуда. При уменьшеніи пространства, заключающаго одно и то же количество молекулъ, въ два раза, давленіе увеличивается въ два раза, при уменьшеніи этого пространства въ три раза, давленіе увеличивается въ три раза. Это явленіе выражаетъ законъ Мариотта.

По мнѣнію Крукса, въ шарѣ, гдѣ пустота доходитъ до одной миллионной атмосферы, явленія совершаются иначе. Въ шарѣ несомнѣнно находится еще громадное количество газовыхъ молекулъ, но число ихъ сильно уменьшилось. Вслѣдствіе этого онѣ меньше мѣшаютъ другъ другу, чѣмъ при обыкновенномъ давленіи. Ихъ свободный пролетъ значительно увеличивается. Когда при этихъ условіяхъ часть изъ этихъ молекулъ электризуется и увлекается сильнымъ электрическимъ токомъ, онѣ, какъ я уже это отмѣтилъ выше, свободно проходятъ пространство и приобретаютъ громадную скорость. При обыкновенномъ давленіи скорость эта уменьшается молекулами газа, встрѣчающимися съ нимъ на пути.

Итакъ, по старой теоріи Крукса, катодные лучи представляли просто молекулы разрѣженнаго газа, наэлектризованныя при соприкосновеніи съ катодомъ. Онѣ обладаютъ такой громадной скоростью только благодаря тому, что онѣ движутся въ пустомъ пространствѣ трубки, и частицы газа не мѣшаютъ имъ своими ударами, какъ это имѣетъ мѣсто при обыкновенномъ давленіи. Это раздвинутыя другъ отъ друга частицы, матеріальныя, а не распавшіяся, такъ что ихъ структура не измѣнилась. Въ то время еще никто не предполагалъ, что атомъ можетъ распасться.

Отъ этой теоріи Крукса ничего не осталось, когда измѣреніе электрическаго разряда этихъ частицъ и ихъ массы показало, что онѣ въ тысячу разъ меньше атома водорода, т.-е. атома, который меньше всѣхъ извѣстныхъ атомовъ. Безъ сомнѣнія можно было допустить, и сначала такъ дѣлали, что атомъ только подраздѣлялся на другіе атомы, сохранившіе всѣ особенности матеріи, изъ которой они происходятъ; но трудно было защищать эту гипотезу, такъ какъ опытъ показываетъ, что самые различные газы, содержащіеся

въ приборѣ Крукса, даютъ одинаковые продукты диссоціаціи, которые не обладаютъ ни однимъ изъ свойствъ тѣлъ, отъ которыхъ они получаются. Правильно было поэтому допустить, что атомъ не только раздробился, но что онъ диссоциировался въ элементы, обладающіе совершенно новыми свойствами, одинаковыми для всѣхъ тѣлъ.

Прошло много времени, пока, какъ мы это увидимъ, установилась теорія диссоціаціи, которую мы слегка здѣсь затронули. Въ дѣйствительности, она была ясно формулирована только послѣ открытія радиоактивныхъ тѣлъ, послѣ тѣхъ опытовъ, которыми я пользовался для доказательства всеобщности явленія диссоціаціи матеріи.

Только послѣ многихъ лѣтъ изслѣдованія, физики признали, согласно моимъ убѣжденіямъ, тождественность катодныхъ лучей и потоковъ частицъ, выделяемыхъ обыкновенными тѣлами во время ихъ диссоціаціи.

§ 2. Современные теоріи.

Когда были извѣстны только катодные лучи, объясненіе ихъ природы, данное Круксомъ, казалось вполнѣ достаточнымъ. Послѣ открытія Х-лучей и выдѣлений безпричинно-радиоактивныхъ тѣлъ, какъ уранъ, старая теорія была признана недостаточной.

Особенное вниманіе всѣхъ физиковъ обратило свойство Х-лучей и радиоактивныхъ частицъ заряжать электричествомъ всѣ твердыя и газообразныя тѣла, на которыя они падаютъ. Эта особенность положила начало современной теоріи этихъ явленій. Х-лучи и выдѣленія радиоактивныхъ тѣлъ обладаютъ на самомъ дѣлѣ способностью дѣлать воздухъ и другіе газы проводниками электричества. Пропуская эти газы, ставшіе проводниками, черезъ пластинки конденсатора, мы можемъ нейтрализовать электрическіе заряды. Отсюда слѣдуетъ, что газы эти были наэлектризованы.

Это явленіе сильно поразило, ибо всѣ прежніе опыты показывали, что газы не электризуются. Они остаются неопредѣленное время въ соединеніи съ наэлектризованнымъ до высокаго потенциала тѣломъ и не пріобрѣтаютъ никакого электрическаго заряда. Если бы это происходило иначе, никакая наэлектризованная поверхность, напримѣръ шарикъ электроскопа, не сохраняла бы своего заряда.

Наука, слѣдовательно, очутилась предъ совершенно новымъ фактомъ, оказавшимся тѣмъ болѣе непонятнымъ, что онъ предполагаетъ наличность диссоціаціи матеріи, которая еще тогда не подозрѣвалась.

Когда констатируютъ непредвидѣнный фактъ, его сначала стараются подвести подъ старую теорію. Поспѣшили

одобрить теорію іонизаціи соляныхъ растворовъ въ электролизѣ, которая повидимому объясняетъ новыя явленія. Допустили, что въ простомъ тѣлѣ, такъ же, какъ въ сложномъ, существуютъ различные элементы: положительные и отрицательные іоны, заряженные противоположными электрическими свойствами.

Но старая теорія іонизаціи примѣнялась только къ сложнымъ, а не къ простымъ тѣламъ. Могли отдѣлять или, какъ теперь говорятъ, іонизировать элементы сложнаго тѣла, напримѣръ, хлористый калий въ его іоны, хлоръ и калий; но какая могла быть аналогія между этимъ явленіемъ и явленіемъ диссоціаціи самого хлора или калия, разъ считали основной догмой, что простыя тѣла не могутъ разлагаться? Между іонизаціей соляныхъ растворовъ и іонизаціей простыхъ тѣлъ тѣмъ меньше аналогіи, что при отдѣленіи электрическимъ токомъ элементовъ какой-нибудь соли, мы изъ нея извлекаемъ различные тѣла въ зависимости отъ разлагаемаго сложнаго тѣла. Хлористый калий, о которомъ мы говорили выше, даетъ хлоръ и калий. Окись натра даетъ кислородъ и натрій и т. д. Когда, наоборотъ, іонизируютъ простое тѣло, мы изъ него извлекаемъ одни и тѣ же элементы. Идетъ ли рѣчь о водородѣ, кислородѣ, азотѣ, алюминіи, радіи или о другомъ простомъ тѣлѣ, полученные продукты іонизаціи одинаковы. Независимо отъ іонизируемаго тѣла, независимо отъ способа іонизаціи, мы получаемъ только эти частицы: іоны и электроны, электрическій зарядъ которыхъ одинаковъ для всѣхъ тѣлъ. Іонизація соляного раствора и простого тѣла, напримѣръ, газа—двѣ вещи, не имѣющія ничего общаго.

Изъ факта, что изъ простыхъ тѣлъ, какъ кислородъ, водородъ и т. д., можно получить только одинаковые элементы, легко можно было вывести во-первыхъ, то, что атомы могутъ диссоціироваться, а во вторыхъ, то, что они состоятъ изъ одинаковыхъ элементовъ. Теперь эти заключенія стали ясны, но они шли въ разрѣзъ съ господствовавшими тогда идеями, и никто не думалъ ихъ формулировать.

Терминъ іонизація, примѣнявшійся къ простымъ тѣламъ, очень мало говорили, но за него ухватились, такъ какъ онъ давалъ обрывки объясненія. Мы тоже для простоты будемъ пользоваться этимъ терминомъ, но будемъ имъ обозначать только диссоціацію атомовъ простого тѣла и ничего другого.

Многіе физики и, что меня удивляетъ, вмѣстѣ съ ними г. Rutheford полагаютъ, что диссоціація газа можетъ не измѣнять структуры его атомовъ. Совсѣмъ непонятно, почему то, что признается вѣрнымъ для твердаго тѣла, не подходитъ для газа. Мы знаемъ, что различными средствами

можно диссоциировать любое простое тѣло. Идетъ ли рѣчь о радіи, объ алюминіи, о кислородѣ или о всякомъ другомъ тѣлѣ, продукты диссоціаціи—частицы, которыя признаются одинаковыми для всѣхъ тѣлъ. Мы вовсе не имѣемъ основанія говорить, что можно диссоциировать только опредѣленные тѣла. Извлечь кое-что изъ атома это значитъ начать его диссоціацію. Газы тоже подчиняются этому закону. Можно даже считать, что они легче другихъ тѣлъ диссоциируются, ибо, чтобъ вызвать ихъ диссоціацію, достаточно пропускать черезъ нихъ электрическіе заряды.

Признавъ іонизацію простыхъ тѣлъ, т.-е. возможность извлекать изъ нихъ положительные и отрицательные іоны—носители электрическихъ зарядовъ противоположныхъ знаковъ, наука столкнулась съ цѣлой массой трудностей, которыя она, правда, старательно обходила молчаніемъ, ибо, совершенно вѣрно, ихъ очень трудно объяснить.

Эти электрическіе іоны, это, если можно такъ выразиться, іоническое электричество страннымъ образомъ отличается своимъ свойствами отъ обыкновеннаго электричества, каковымъ мы его знаемъ на основаніи опытовъ въ теченіе цѣлаго столѣтія. Достаточно нѣкотораго сопоставленія, чтобы показать это.

На изолированномъ тѣлѣ можно накопить очень малое количество электричества, если это тѣло твердое (газообразное тѣло электричествомъ совсѣмъ не заряжается). Но іоническое электричество, напротивъ, видимо накапливается въ громадномъ количествѣ на безконечно малыхъ частицахъ. Обыкновенное электричество, даже при потенциалѣ молніи, не можетъ пройти металлическую пластинку, соединенную съ землей, какъ это давно показалъ Фарадей. Этимъ свойствомъ давно уже пользуются и приготавливаютъ изъ легкаго металла одежду для защиты отъ самыхъ сильныхъ зарядовъ рабочихъ заводовъ, гдѣ вырабатывается электричество высокаго потенциала. Напротивъ, іоническое электричество легко проникаетъ черезъ металлическія преграды. Обыкновенно электричество пробѣгаетъ по проводникамъ со скоростью свѣта, но оно не проходитъ подобно газу черезъ пустую змѣеобразную трубку. Іоническое электричество, напротивъ, какъ газъ, медленно проходитъ черезъ трубку. Наконецъ, іоническое электричество порождаетъ X-ые лучи, когда мчащіеся съ опредѣленной скоростью іоны касаются какого-нибудь тѣла.

Конечно, можно утверждать, что электричество, порождаемое іонизаціей матеріи, принимающей опредѣленную форму, а именно, форму электрическихъ атомовъ, должно отличаться отъ обыкновеннаго электричества. Но если свойства такъ называемаго электрическаго атома абсолютно отлича-

ются отъ свойствъ электричества, какъ же тогда правильно можетъ быть опредѣлено качество электричества? Во всѣхъ опытахъ, которые мы изложимъ, электричество чаще всего появится, какъ слѣдствіе, а не какъ причина. Оно такъ же относится къ этой безвѣстной причинѣ, какъ относится къ теплотѣ или къ тренію порождаемое ими электричество. Когда ружейная пуля или клубы пара своими ударами производятъ электричество, мы не говоримъ, что эта пуля или этотъ клубъ пара — электричество. Мы даже не говоримъ, что они заряжены электричествомъ. Никому тогда не приходитъ въ голову смѣшать дѣйствіе съ причиной, какъ это упорно дѣлаютъ при оцѣнкѣ радиоактивныхъ выдѣленій.

Явленія, наблюдаемыя при диссоціаціи матерій, какъ напримѣръ, выдѣленіе частицъ, имѣющихъ скорость, равную скорости свѣта, порожденіе X-лучей, очевидно, свойства, которыми не обладаютъ никакія извѣстныя формы электричества. Эти свойства, казалось, должны были заставить физиковъ допустить, что они суть проявленія совершенно новой формы энергіи. Но настоятельная потребность мысли искать аналогій, приближать неизвѣстное къ извѣстному, приписала эти явленія электричеству подъ предлогомъ, что среди замѣчаемыхъ дѣйствій самымъ постояннымъ является производство электричества.

Между прочимъ, многіе физики различными путями близко подходятъ къ воззрѣнію, что всѣ радиоактивныя выдѣленія, которыя теорія іонизаціи связываетъ съ электричествомъ, представляютъ проявленія интра-атомной энергіи, т. е. энергіи, которую нельзя связать ни съ чѣмъ, намъ извѣстнымъ.

Каждый день множатся факты, показывающіе, что электричество — только одно изъ формъ этой энергіи.

Одинъ изъ самыхъ важныхъ — это сдѣланное Ruthefordo'мъ открытіе, о которомъ мнѣ придется говорить, и которое показываетъ, что большая часть частицъ, выдѣляемыхъ во время радиоактивности, происходитъ отъ не обладающей никакимъ электрическимъ зарядомъ эманации, хотя эти частицы способны породить тѣла, производящія электричество. Эманации, іоны, электроны, X-лучи, электричество и т. д. на самомъ дѣлѣ, какъ мы это увидимъ, суть только различныя фазисы дематеріализаціи матерій, т. е. превращенія интра-атомной энергіи.

„Какжется, писалъ профессоръ De Heen по поводу моихъ опытовъ, что мы имѣемъ дѣло съ такими состояніями матерій, которыя, послѣдовательно, черезъ катодные и X-лучи приближаются къ сущности, называемой эфиромъ. Дальнѣйшіе опыты Густава Лебона вполне оправдали его первыя утвержденія, что всѣ эти явленія зависятъ отъ новой формы

энергии. Эта новая сила еще такъ же мало известна, какъ электричество до Вольта. Мы только знаемъ, что она существуетъ“.

Но каковы бы ни были толкованія фактовъ, обнаруживающихъ диссоціацію матеріи, наличие этихъ фактовъ неоспорима. Самое важное это обнаруженіе этихъ фактовъ.

По отношенію къ этимъ фактамъ теперь почти не существуетъ разногласія. Сходятся также во мнѣніи о тождественности продуктовъ диссоціаціи матеріи, независимо отъ причинъ, вызывающихъ эту диссоціацію.

Порождаются ли они катодомъ прибора Крукса, лученепусканіемъ металла подѣ дѣйствіемъ свѣта или лученепусканіемъ безпричинно радиоактивныхъ тѣлъ, какъ, напримеръ, уранъ, торій и радій и т. д., потоки частицъ обладаютъ одними и тѣми же свойствами. Они одинаково отклоняются отъ магнитныхъ дѣйствій, и отношеніе ихъ заряда къ ихъ массѣ одинаковое. Мѣняется только ихъ скорость, но она всегда громадна.

Можно такимъ образомъ для изученія диссоціаціи матеріи выбрать тѣла, для которыхъ это явленіе совершается особенно интенсивно, напримеръ, приборъ Крукса, гдѣ черезъ металлъ, образующій катодъ, пропускаютъ электрискій токъ отъ индукціонной катушки или, проще, можно взять сильно радиоактивныя тѣла, какъ соли торія или радія. Любыя тѣла, диссоциирующія подѣ влияніемъ свѣта, даютъ тѣ же продукты атомнаго распада, но вслѣдствіе болѣе слабой диссоціаціи наблюденіе этихъ явленій затруднительно.

ГЛАВА ВТОРАЯ.

Продукты дематеріализаціи матеріи (іоны, электроны, катодные лучи и т. д.).

§ 1. Классификація продуктовъ дематеріализаціи матеріи.

Въ предыдущей главѣ мы изложили генезисъ идей по вопросу о явленіяхъ, имѣющихъ отношеніе къ диссоціаціи матеріи. Теперь мы изучимъ сущность продуктовъ этой диссоціаціи. Чтобы не усложнять и безъ того темный вопросъ, я приму безъ критики господствующія теперь теоріи. Постараюсь только ихъ формулировать и связать схожія вещи, которыя часто обозначаются очень различными словами.

Мы сказали, что, независимо отъ диссоциирующихъ тѣлъ и отъ способа диссоціаціи, продукты этой диссоціаціи всегда одинаковы. Идетъ ли рѣчь о выдѣленіи радія, о выдѣленіи

любого металла подъ вліяніемъ свѣта, о выдѣленіяхъ, произведенныхъ химическими реакціями или горѣніемъ, о частицахъ, которыя выдѣляетъ наэлектризованное остріе и т. д., продукты этихъ выдѣленій, какъ я уже это сказалъ, одинаковые, хотя ихъ качества и ихъ скорость могутъ быть различными.

Прошло много времени, пока это обобщеніе было установлено. Естественно поэтому, что вещи, въ послѣдствіи признанныя сходными, но раньше считавшіяся различными, обозначались различными терминами.

Важно поэтому ясно опредѣлить точное значеніе употребляемыхъ терминовъ. Безъ точныхъ опредѣленій невозможно никакое обобщеніе, Это тѣмъ болѣе необходимо, такъ какъ теперь сливаются воедино смыслъ этихъ терминовъ.

Легко понять причину подобнаго сліянія. Новая наука всегда порождаетъ новую терминологию. Эта наука только тогда устанавливается, когда языкъ ея точно опредѣляется. Недавно открытыя явленія необходимо вызвали рядъ специальныхъ выраженій, одновременно обозначающихъ обнаруженные факты и теоретическое толкованіе этихъ фактовъ.

Но въ силу того, что факты эти изучались различными изслѣдователями, одинъ и тѣ же слова иногда получали различные толкованія.

Частю старые термины опредѣленнаго значенія употреблялись для обозначенія новыхъ открытій. Такъ, напримѣръ слово „іонъ“ одинаково употребляютъ для обозначенія элементовъ, отдѣленныхъ въ соляномъ растворѣ, и элементовъ, получающихся при диссоціаціи простыхъ тѣлъ. Logenz и нѣкоторые физики употребляютъ безъ всякаго различія термины „іоны“ и „электроны“, которые, въ глазахъ другихъ физиковъ, совершенно различныя вещи. J. J. Thomson называетъ электрическіе атомы частицами, а Logenz и другіе называютъ ихъ электронами и т. д.

Ссылаясь только на факты, обнаруженные опытомъ, обходя теоріи, откуда происходятъ эти термины, мы констатируемъ, что различныя продукты диссоціаціи матеріи группируются въ слѣдующіе шесть классовъ: 1) эманацин, 2) отрицательные іоны. 3) положительные іоны, 4) электроны, 5) катодные лучи, 6) X-лучи и подобные имъ лучи.

§ 2. Свойства элементовъ, происходящихъ отъ диссоціаціи матеріи.

Эманация. Этотъ элементъ диссоціаціи, который мы подробнѣе изслѣдуемъ въ главѣ, посвященной изученію безпричинно радиоактивныхъ тѣлъ, представляетъ собой полу-мате-

риальное вещество, обладающее особенностями газа, но способное безпричинно разсѣиваться въ видѣ электрическихъ частицъ. Онъ былъ открытъ Rutheford'омъ въ торіи и радіи. По Thomson'у онъ находится въ большинствѣ обыкновенныхъ тѣлъ: въ водѣ, пескѣ, въ камнѣ, въ глинѣ и т. д. Его можно отнести къ обыкновенному періоду диссоціаціи матеріи.

Мы потому считаемъ „эманацію“ полу-матеріальной сущностью, что она одновременно обладаетъ свойствами матеріальныхъ тѣлъ и свойствами тѣлъ нематеріальныхъ. Ее можно сгущать какъ газъ при температурѣ жидкаго воздуха и, благодаря ея фосфоресценціи, мы опредѣляемъ ея свойства. Ее можно сохранить въ закупоренной трубкѣ, но она скоро улетучивается, превращаясь въ электрическія частицы, и перестаетъ тогда быть матеріальной. Эти электрическія частицы содержатъ положительные іоны (лучи α Rutheford'a), за которыми спустя нѣкоторое время появляются электроны (лучи β того же автора, и лучи X) (лучи γ). Эти различные элементы мы изучимъ позже.

Хотя эманація производитъ своей диссоціаціей электрическія частицы, она не заряжена электричествомъ.

Положительные и отрицательные іоны.

Вспомнимъ сначала, для уясненія послѣдующаго, что согласно строї, по теперь очень распространенной теоріи, всѣ атомы содержатъ электрическія частицы опредѣленной величины, такъ называемые электроны.

Предположимъ теперь, что какое-нибудь тѣло, напримеръ, газъ диссоциировалось, т. е. іонизировалось, какъ говорятъ. Согласно современнымъ взглядамъ, внутри этого тѣла образуются положительные и отрицательные іоны, при чемъ процессъ ихъ образованія сводится къ слѣдующимъ тремъ стадіямъ:

1) Атомъ, сначала нейтральный, т. е. составленный изъ нейтрализующихъ себя элементовъ, теряетъ нѣкоторые изъ своихъ отрицательныхъ электроновъ; 2) эти электроны, благодаря электрическому притяженію, покрываются нейтральными газовыми молекулами, которыя они притягиваютъ въ той же формѣ, въ какой наэлектризованныя тѣла притягиваютъ сосѣднія тѣла. Эта совокупность электроновъ и нейтральныхъ частицъ образуетъ отрицательный іонъ; 3) лишенный, такимъ образомъ, части своихъ электроновъ, атомъ получаетъ тогда излишекъ положительнаго электричества, онъ окружается съ своей стороны кортежемъ нейтральныхъ частицъ и образуетъ положительный іонъ.

Такова, сведенная къ своимъ основнымъ чертамъ, современная теорія. Несмотря на вызываемыя ею противорѣчія, она была наконецъ принята, благодаря изслѣдованіямъ многочисленныхъ испытателей, особенно J. J. Thomson'a.

Впрочемъ, явленія протекаютъ въ указанномъ порядкѣ только у газовъ, находящихся подъ обыкновеннымъ давленіемъ. Въ пустотѣ электроны не окружаются corteжемъ матеріальныхъ молекулъ; они остаются въ состояніи электроновъ и могутъ пріобрѣсти большую скорость. Итакъ, въ пустотѣ мы не наблюдаемъ процесса образованія отрицательныхъ іоновъ. Положительный іонъ тѣмъ болѣе не окружается нейтральными частицами, но состоя изъ оставшейся части атома, онъ всегда объемистъ, поэтому скорость его сравнительно слабая.

Однако часто случается, — и это именно имѣетъ мѣсто при радиоактивныхъ выдѣленіяхъ, — что отрицательные электроны толкаются въ атмосферу обыкновеннаго давленія съ очень большой скоростью, такъ что они не притягиваютъ нейтральныхъ молекулъ. Они тогда не превращаются въ іоны, остаются въ состояніи электроновъ и движутся со скоростью электроновъ, выдѣляемыхъ въ пустотѣ. Они-то и образуютъ лучи β Rutheford'a.

Положительные іоны, несмотря на свой объемъ, способны при радиоактивныхъ выдѣленіяхъ пріобрѣсти громадную скорость. Таковы, по крайней мѣрѣ, результаты изслѣдованій Rutheford'a, который полагаетъ, что лучи α , составляющіе 99% выдѣленія радія, образуются изъ положительныхъ іоновъ, толкаемыхъ со скоростью, равной $1/10$ скорости свѣта. Анализъ этого явленія нуждается въ новыхъ изслѣдованіяхъ.

Когда члены — давленіе и скорость не входятъ, когда отрицательные и положительные іоны образуются при атмосферномъ давленіи, они имѣютъ почти одинаковый объемъ. Только тогда, когда они порождаются въ пустотѣ или когда они выдѣляются съ большой скоростью, размѣры ихъ сильно отличаются. Въ пустотѣ, на самомъ дѣлѣ, электроны, — основа отрицательнаго іона, не окружаются, какъ это выше было сказано, матеріальными частицами. Онъ остается въ состояніи электрона. Его масса, согласно различнымъ измѣреніямъ, о которыхъ мы ниже будемъ говорить, не превышаетъ $1/1000$ части массы атома водорода. То, что остается отъ атома, лишеннаго части своихъ электроновъ, т.-е. положительный іонъ, обладаетъ массой, равной, а иногда превосходящей массу атома водорода, слѣдовательно, она по крайней мѣрѣ въ тысячу разъ больше массы электрона.

Когда говорятъ о свойствахъ іоновъ, нужно поэтому различать: 1) образуются ли они въ газѣ при обыкновен-

номъ давленіи; 2) появляются ли они въ пустотѣ; 3) сообщила ли имъ въ моментъ ихъ появленія нѣкоторая сила громадную скорость, съ которой они мчатся въ пространство. Свойства ихъ необходимо мѣняются въ зависимости отъ этихъ обстоятельствъ. Мы это увидимъ въ другихъ частяхъ этой работы.

Но во всѣхъ этихъ различныхъ случаяхъ общая структура іоновъ остается одинаковой. Ихъ основа состоитъ изъ электроновъ, т.-е. изъ электрическихъ атомовъ.

Естественно допустить, что размѣры и свойства іоновъ, образуемыхъ въ газѣ при обыкновенномъ давленіи, значительно отличаются отъ размѣровъ и свойствъ электроновъ, такъ какъ предполагаютъ, что послѣдніе лишены всякой матеріальной примѣси. Трудно, однако, на основаніи современныхъ теорій объяснить нѣкоторыя свойства іоновъ, а именно свойства, наблюдаемыя у простыхъ газовъ, которые легко іонизировать различными средствами. Совокупность іоновъ поэтому рассматриваютъ какъ особую жидкость, приближающуюся по своимъ качествамъ къ газу, но не обладающую однако устойчивостью. Она въ теченіе нѣкотораго времени до своего уничтоженія протекаетъ по изгибистому металлическому тѣлу, соединенному съ землей, чего не можетъ дѣлать обыкновенное электричество. Она обладаетъ значительной энергіей, на что указываетъ ея слабая подвижность. Эта жидкость обладаетъ многими частными свойствами, я потому и предложилъ дать ей специальное названіе „іоническая жидкость“. Мы увидимъ, что благодаря ея инерціи, ее можно расположить въ правильныхъ геометрическихъ фигурахъ.

Такъ какъ іоны заряжены электричествомъ, они притягиваются электрическими тѣлами. Этимъ пользуются, какъ мы увидимъ дальше, для измѣренія ихъ заряда. Когда мы заключаемъ іонизированный газъ между двумя металлическими пластинками, изъ которыхъ одна заряжена положительно, а другая отрицательно, первая притягиваетъ отрицательные іоны, а вторая положительные. При слабомъ потенциалѣ этихъ пластинокъ, между ними соединяется часть іоновъ, которые нейтрализуются, когда они въ большомъ количествѣ. Чтобы извлекать ихъ изъ газовой среды до ихъ соединенія, слѣдуетъ поднимать потенциалъ среды до тѣхъ поръ, пока токъ, произведенный движеніемъ іоновъ, больше не увеличивается. Этотъ токъ максимумъ называется насыщеннымъ токомъ.

Въ части этой работы, которая посвящена нашимъ опытамъ, мы увидимъ, что іоны обладаютъ наряду со свойствами, позволяющими ихъ классифицировать въ одну

семью, и свойствами, которые ясно отдѣляютъ ихъ другъ отъ друга.

Электроны.—Электроны, или электрическіе атомы, названные J. J. Thomson'омъ „частицами“, суть, какъ мы это видѣли, основы отрицательнаго іона. Ихъ получаютъ свободными отъ всякаго посторонняго элемента при помощи прибора Крукса (ихъ тогда называютъ катодными лучами) или отъ радиоактивныхъ тѣлъ (они тогда называются β лучами). Несмотря на различіе происхожденія, они, кажется, обладаютъ сходными свойствами.

Основная особенность электроновъ, помимо того, что они порождаютъ катодные лучи, это ихъ свойство проходить черезъ металлическія пластинки, не теряя своего заряда, что противоположно основному свойству электричества. Самые сильные заряды не въ состояніи, какъ извѣстно, проходить черезъ соединенную съ землею пластинку, какъ бы тонка послѣдняя ни была.

Эти электроны, считающіеся чисто электрическими атомами, имѣютъ опредѣленную величину (и вѣроятно также значительную упругость). Ихъ электрическій зарядъ, независимо отъ ихъ происхожденія, опредѣленный, и они по крайней мѣрѣ нейтрализуютъ всегда одно и то же электричество.

Мы не располагаемъ никакими средствами для ихъ изслѣдованія, когда они пребываютъ въ покоѣ. Мы ихъ познаемъ по дѣйствіямъ, которые они производятъ, когда они движутся съ большой скоростью.

Ихъ видимая масса, какъ мы это увидимъ въ другой главѣ, функція отъ ихъ скорости. Она становится громадной и даже безконечной, когда ихъ скорость приближается къ скорости свѣта. Ихъ дѣйствительная масса въ покоѣ, если таковая существуетъ, только часть видимой массы, которою они обладаютъ при движеніи.

Измѣренія инерціи электроновъ относятся только къ отрицательнымъ электронамъ,—единственнымъ, которые можно совершенно изолировать отъ матеріи. Они не производились надъ положительными іонами. Такъ какъ послѣдніе неотдѣлимы отъ матеріи, они должны поэтому обладать основными свойствами матеріи, т. е. ихъ масса должна быть постоянной, независимой отъ скорости.

Движущіеся электроны напоминаютъ электрическій токъ, ибо они отклоняются магнитнымъ полемъ.

Ихъ структура въ дѣйствительности болѣе сложная, чѣмъ это кажется на основаніи того, что мы вкратцѣ о нихъ сказали. Не входя въ детали, скажемъ только, что они, по предположенію, состоятъ изъ эфировыхъ вихрей, похожихъ на гироскопы. Въ покоѣ они окружены прямолинейными

лучами, линиями силъ. Въ движеніи они окружены круговыми линиями силъ — отсюда вытекаютъ ихъ магнитныя свойства. Когда ихъ движеніе замедляется или останавливается, они излучаютъ герцовскія волны, свѣтъ и т. д.

Къ этимъ особенностямъ электроновъ мы еще вернемся къ другой главѣ при изложеніи современныхъ взглядовъ на электричество.

Катодные лучи. — Какъ мы это отмѣтили въ предыдущей главѣ, физики во многомъ измѣнили свой взглядъ на сущность катодныхъ лучей. Полагаютъ теперь, что они состоятъ изъ электроновъ, т. е. изъ чисто электрическихъ атомовъ безъ всякой примѣси матеріальныхъ элементовъ.

Катодные лучи получаютъ различными способами, особенно посредствомъ радиоактивныхъ тѣлъ.

Самый простой способъ получить ихъ въ большомъ количествѣ состоитъ въ томъ, что черезъ стеклянную трубку, откуда выкачанъ воздухъ до одной миллионной атмосферы, пропускаютъ электрическій токъ отъ индукціонной катушки. Какъ только катушка начинаетъ дѣйствовать, отъ катода брызжетъ снопъ такъ называемыхъ катодныхъ лучей, отклоняющихся магнитомъ.

Эти лучи производятъ сильныя дѣйствія, такъ, напримеръ, они расплавляютъ металлы. По ихъ дѣйствіямъ на алмазъ опредѣляютъ, что они въ состояніи имѣть температуру въ 3500°.

Ихъ способность проникать черезъ тѣла очень слабая, тогда какъ порождаемые ими X-лучи, напротивъ, обладаютъ этой способностью въ сильной степени. Lenard, который первый заставилъ катодные лучи выйти изъ прибора Крукса, пользовался для закрытія отверстія, просверленнаго въ трубкѣ, алюминиевой пластинкой толщиной въ нѣсколько тысячныхъ миллиметра.

Только часть электрическихъ частицъ заряжена въ приборѣ Крукса отрицательнымъ электричествомъ. Это та часть, которая, собственно говоря, и образуетъ катодные лучи. Другая часть, находящаяся въ центральной части трубки, состоитъ изъ положительныхъ іоновъ. Ихъ называютъ „каналъ-лучи“. Катодные лучи и „каналъ-лучи“ имѣютъ то же самое устройство, какъ лучи α и β , выдѣляемые радиоактивными тѣлами, какъ радій и торій.

Катодные лучи обладаютъ способностью дѣлать воздухъ проводникомъ электричества и превращаться въ X-лучи при встрѣчѣ какого-нибудь препятствія. Въ воздухѣ они быстро разсѣиваются въ противоположность X-лучамъ, распространяющимся строго прямолинейно. Когда Lenard выпустилъ изъ трубки Крукса катодные лучи черезъ очень тонкую металлическую пластинку, онъ замѣтилъ, что они образуютъ

разсѣянный пучекъ, распространяющійся не больше, чѣмъ на нѣсколько сантиметровъ. Въ очень разрѣженномъ газѣ они, напротивъ, собираются въ видѣ конуса, не разсѣиваясь на протяженіи цѣлаго метра.

Катодные лучи, образующіеся въ трубкѣ Крукса, имѣютъ одни и тѣ же свойства и одинаковые электрическіе заряды, независимо отъ того, какой газъ находился въ трубкѣ передъ образованіемъ въ ней относительной пустоты. Мы говоримъ „относительной“, ибо даже когда давленіе въ трубкѣ доведено до одной миллионной атмосферы, въ ней еще остаются миллиарды молекулъ. Одинаковыя свойства катодныхъ лучей приводятъ къ заключенію, что атомы самыхъ различныхъ тѣлъ содержатъ одинаковые элементы.

Если вмѣсто прибора Крукса, источникомъ лученосканій служить очень радиоактивное тѣло, напримѣръ, торій или радій, то имѣетъ мѣсто большинство этихъ явленій, только съ простыми количественными отступленіями. Такъ, напримѣръ, въ трубкѣ Крукса замѣчаютъ больше лучей съ отрицательными зарядами, чѣмъ въ эманацияхъ радія, заряженныхъ особенно положительнымъ электричествомъ; но сущность явленій въ этихъ двухъ случаяхъ одна и та же.

Скорость и электрическій зарядъ катодныхъ и радиоактивныхъ частицъ.

Измѣреніе скорости, массы и электрическаго заряда частицъ, изъ которыхъ состоятъ катодные лучи и радиоактивныя выдѣленія, показали, какъ это только что было отмѣчено, ихъ сходство. Потребовалась бы длинная глава, чтобы изложить различные методы, при помощи которыхъ производились эти измѣренія. Ограничусь бѣглымъ указаніемъ принципа этихъ методовъ.

Казалось, очень трудно измѣрить скорость частицъ, достигающихъ скорости свѣта. Однако измѣреніе это очень просто.

Прямой пучекъ катодныхъ лучей, полученныхъ какимъ-нибудь средствомъ, напримѣръ, при помощи прибора Крукса или отъ радиоактивныхъ тѣлъ, направляется на фосфоресцирующий экранъ. Толкнувъ экранъ, мы въ немъ получаемъ свѣтовое пятно.

Наэлектризаціею этого пучка частицъ мы придаемъ ему способность отклоняться подъ вліяніемъ магнитнаго поля. Его можно такимъ образомъ наклонять при помощи магнита, расположеннаго такимъ образомъ, что его линіи силъ составляютъ прямой уголъ съ направлениемъ частицъ. Перемѣщеніе свѣтового пятна по фосфоресцирующему экрану

указываетъ уголъ отклоненія этихъ частицъ отъ дѣйствія магнитнаго поля опредѣленной интенсивности. Такъ какъ по силѣ, необходимой, чтобъ отклонить на опредѣленный уголъ опредѣленную массу, можно вывести скорость этой массы, то понятно, что по отклоненію катодныхъ частицъ можно опредѣлить ихъ скорость. Она колеблется между 30.000 и 270.000 километровъ въ секунду. Когда пучекъ лучей содержитъ частицы различныхъ скоростей, вмѣсто точки онѣ чертятъ на фосфоресцирующемъ экранѣ болѣе или менѣе длинную линію, и можно такимъ образомъ вычислить скорость каждой изъ этихъ частицъ.

Для опредѣленія числа, массы и электрическаго заряда катодныхъ частицъ или, по крайней мѣрѣ, отношенія $\frac{e}{m}$ (заряда къ массѣ), поступаютъ такимъ образомъ.

Сначала опредѣляютъ электрическій зарядъ неизвѣстнаго числа частицъ, содержащихся въ опредѣленномъ объемѣ газа. Газъ этотъ, содержащій радиоактивныя частицы, заключается между двумя металлическими пластинками. Одна изъ этихъ пластинокъ изолирована, другая заряжена положительно. Положительныя частицы отталкиваются по направленію къ изолированной пластинкѣ, отрицательныя притягиваются, и зарядъ ихъ опредѣляется электрометромъ.

Если бѣ было извѣстно число этихъ частицъ, то по общему заряду можно было бы вывести зарядъ каждой изъ этихъ частицъ.

Многіе способы позволяютъ опредѣлить число частицъ. Самый простой основанъ на фактѣ, что когда мы вводимъ въ резервуаръ, содержащій пары воды, катодныя частицы, каждая изъ нихъ становится центромъ сгущенія пара и образуетъ вокругъ себя каплю. Совокупность этихъ капель даетъ облачную пыль капелекъ. Последнія очень малы и вычислять ихъ невозможно, но число ихъ выводится по скорости ихъ паденія. Скорость эта влѣдствіе вязкости воздуха сильно замедляется.

Зная число капелекъ и, слѣдовательно, число катодныхъ частицъ въ данномъ объемѣ паровъ воды, зная, съ другой стороны, электрическій зарядъ совокупности этихъ частицъ, мы простымъ дѣленіемъ находимъ зарядъ каждой изъ нихъ.

Подобными вычисленіями показали, что электрическій зарядъ катодныхъ частицъ величина постоянная; величина эта не зависитъ отъ происхожденія этихъ частицъ (частицы радиоактивныхъ ли тѣлъ или обыкновенныхъ металловъ, подвергнутыхъ дѣйствію свѣта). Она приблизительно равняется

10^8 электромагнитныхъ единицъ. Значеніе $\frac{e}{m}$ іона водорода

въ электролизѣ жидкостей равно только 10 этихъ единицъ. Отсюда слѣдуетъ, что масса отрицательнаго іона диссоціирующагося тѣла составляетъ только тысячную часть массы атома водорода, атома самаго меньшаго изъ всѣхъ извѣстныхъ атомовъ.

Предыдущія цифры примѣняются только къ отрицательнымъ іонамъ. Величина послѣднихъ, какъ видно, постоянна для всѣхъ тѣлъ. Зарядъ положительныхъ іоновъ, образующихъ самую большую часть не распавшагося атома, мѣняется въ зависимости отъ тѣла. Размѣры этихъ іоновъ никогда не меньше размѣровъ атома водорода.

Х-лучи.—Когда катодные лучи, т. е. электроны, выдѣляемые трубкой Крукса или радиоактивными тѣлами, встрѣчаютъ преграду, они порождаютъ спеціальные лучи, называемые Х-ыми, когда они происходятъ отъ прибора Крукса, и лучами γ , когда они выдѣляются радиоактивными тѣлами. Эти лучи распространяются по прямой линіи, они проходятъ черезъ толстыя преграды. Они не отражаются, не отклоняются и не поляризуются. Этимъ они отличаются отъ лучей обыкновеннаго свѣта. Они не отклоняются магнитомъ, чѣмъ они ясно отличаются отъ катодныхъ лучей, которые между прочимъ обладаютъ очень слабой способностью проникать черезъ тѣла.

Х-лучи или лучи γ , дѣлаютъ воздухъ проводникомъ электричества, слѣдовательно, они разсѣиваютъ электрическіе заряды. Они дѣлаютъ различныя тѣла фосфоресцирующими и дѣйствуютъ на фотографическую пластинку.

Когда Х-лучи касаются какого-нибудь тѣла, они вызываютъ такъ называемые вторичные лучи, сходные съ катодными лучами. Это просто указываетъ на то, что Х-лучи, происходящіе отъ диссоціаціи матеріи, обладаютъ свойствомъ вызвать новую диссоціацію матеріи, когда они ее встрѣчаютъ. Это свойство присуще и ультра-фіолетовымъ свѣтовымъ лучамъ.

Со дня открытія Х-лучей они являются предметомъ изслѣдованія многихъ физиковъ, но, къ сожалѣнію, всѣ свойства этихъ лучей пока ограничиваются лишь переименованными. Ихъ нельзя связывать съ извѣстными лучами, такъ какъ они отъ нихъ отличаются.

Были попытки соединить ихъ съ ультра-фіолетовыми лучами, отъ которыхъ они отличаются только крайне малой длиною волны. Попытки эти наврядъ ли правильны. Не говоря уже о скорости, которой должны были обладать катодные лучи, чтобъ сообщать эфиру колебанія, соотвѣтствующія колебаніямъ свѣтовыхъ лучей; оставляя въ сторонѣ отсутствіе поляризаціи и преломленія, которое подтверждало бы малую длину предполагаемыхъ волнъ, поразительно то,

что, чѣмъ дальше мы беремъ лучи въ области ультра-фіолетовыхъ лучей, чѣмъ ближе мы такимъ образомъ подходимъ къ предполагаемой длинѣ волны X-лучей, тѣмъ меньше, становится способность этихъ лучей проникать черезъ препятствія. Въ крайней части спектра лучи перестаютъ проходить черезъ очень слабыя преграды. Недавнія изслѣдованія Schauman'a и Lenard'a показали, что для ультра-фіолетовыхъ лучей части спектра приблизительно отъ $0\mu,160$ до $0\mu,100$ слой воздуха въ два сантиметра такъ же непрозраченъ, какъ свинецъ; такъ же непрозраченъ листъ слюды толщиной въ одну сотую миллиметра. Но X-лучи, которые, какъ полагаютъ, такъ близки къ этой крайней области ультра-фіолетовыхъ лучей, проникаютъ, напротивъ, черезъ всѣ препятствія, въ томъ числѣ и черезъ толстыя металлическія пластинки. Если бъ они не вызывали флуоресценціи и фотографическихъ дѣйствій, никто навѣрно не думалъ бы приближать ихъ къ ультра-фіолетовымъ лучамъ.

X-лучи, въ противоположность катоднымъ лучамъ, не отклоняются магнитнымъ полемъ. На этомъ основаніи полагаютъ, что они не имѣютъ никакого электрическаго заряда. Однако, легко оспаривать это заключеніе. Предположимъ, на самомъ дѣлѣ, что X-лучи состоятъ изъ электрическихъ атомовъ, еще болѣе чистыхъ, чѣмъ обыкновенно отрицательные электроны; предположимъ, что ихъ скорость близка къ скорости свѣта. Согласно изслѣдованіямъ, которыя я скоро изложу, электроны, увлекаемые такой скоростью, должны имѣть безконечную массу. Ихъ сопротивленіе движенію безконечно, и ясно, что магнитное поле не въ состояніи отклонять ихъ, даже при допущеніи, что они состоятъ изъ электрическихъ элементовъ. Напротивъ, правильнѣе допустить, что мы не имѣемъ никакого основанія относить X-лучи къ электричеству или къ свѣту. Подобныя уподобленія—плоды привычекъ нашего разума, сводящаго новыя явленія къ старымъ извѣстнымъ явленіямъ. X-лучи только проявленія интра-атомной энергіи, освобождающейся во время диссоціаціи матеріи. Они составляютъ одинъ изъ этаповъ по пути разсѣиванія матеріи, специальную форму энергіи, имѣющую свои частныя особенности; ее и нужно опредѣлять этими ея особенностями и не вводить ее въ категоріи старыхъ явленій. Міръ полонъ безвѣстныхъ силъ, которыя, какъ теперь X-лучи или какъ электричество столѣтіе тому назадъ, были открыты, когда въ нашѣмъ распоряженіи оказались реактивы, способные ихъ обнаруживать. Если бъ мы не имѣли фосфоресцирующихъ тѣлъ и фотографическихъ пластинокъ, мы бы не могли обнаружить X-лучей. Двадцать пять лѣтъ физика пользовалась приборомъ Крукса,

въ изобилии дающемъ эти лучи, и никто, однако, ихъ не замѣчалъ.

Если допустимъ, что Х-лучи имѣютъ свое мѣстопробываніе въ эфирѣ, то, кажется, вѣрно, что они не состоятъ изъ колебаній, похожихъ на колебанія свѣта. Для насъ они крайній предѣлъ матеріальныхъ вещей, одинъ изъ послѣднихъ этаповъ разсѣиванія матеріи по пути ея возвращенія въ эфиръ.

Достаточно описавъ, по современнымъ теоріямъ, предполагаемое устройство продуктовъ матеріи при ея диссоціаціи, мы теперь изучимъ различныя формы этой диссоціаціи и покажемъ, что мы всегда въ этомъ процессѣ находимъ перечисленные выше элементы.

ВА ТРЕТЬЯ.

Дематериализація сильно радіоактивныхъ тѣлъ. Уранъ, торій, радій и т. д.

§ 1. Продукты дематериализаціи сильно радіоактивныхъ тѣлъ.

Мы изложимъ въ этой главѣ изслѣдованія, произведенныя надъ сильно радіоактивными тѣлами, т. е. надъ тѣлами безпричинно и быстро диссоціирующимися. Самыя важныя среди нихъ суть: уранъ, торій и радій.

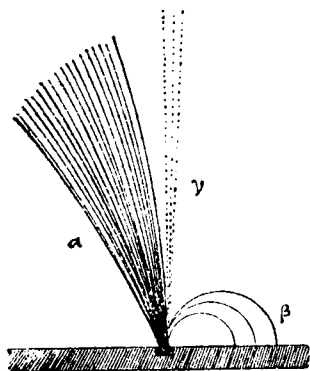
Продукты ихъ дематериализаціи такіе же, какъ продукты, которые даетъ любое тѣло, любымъ способомъ диссоціировавшееся, но они выдѣляются въ далеко большемъ количествѣ. Это тѣ же самые, но подъ другими названіями, эманация, іоны, электроны и Х-лучи.

Не слѣдуетъ полагать, что эти элементы представляютъ всѣ фазисы дематериализаціи матеріи. Они только нѣкоторые члены вѣроятно очень длиннаго ряда.

То, что мы въ продуктахъ диссоціаціи находимъ одни и тѣ же элементы, объясняется тѣмъ, что имѣющіеся въ нашемъ распоряженіи реактивы способны обнаруживать только эти элементы; на другіе они не дѣйствуютъ. Когда будутъ открыты другіе реактивы, мы навѣрно откроемъ и новые элементы диссоціаціи.

Безпричинно радіоактивныя тѣла представляютъ тѣмъ большій интересъ, что они въ громадномъ количествѣ вы-

дѣляютъ продукты, которые другія тѣла производятъ въ далеко болѣе слабомъ количествѣ. Увеличивая такимъ образомъ интенсивность общаго явленія, они позволяютъ лучше изслѣдовать его детали.



Фиг. 3. Три рода радіацій, выдѣляемыхъ радиоактивнымъ тѣломъ и расчленяемыхъ на части дѣйствіемъ магнитнаго поля. Налѣво находятся лучи α (или положительные іоны), составляющіе 99⁰/₁₀₀ радіацій; направо — лучи β (или отрицательные электроны). Въ серединѣ лучи γ , или X-лучи, не отклоняющіеся въ магнитномъ полѣ. Эту схему мы позаимствовали у Rutheford'a и Curie. Мы дѣлкомъ замѣнили отношеніе между различными лучами, съ дѣлю показавъ, что лучи α составляютъ громадное большинство радіацій. Появившіяся до сихъ поръ фигуры показывали какъ разъ противоположное.

Въ этой главѣ мы только изложимъ опыты надъ сильно радиоактивными тѣлами, особенно, надъ торіемъ и радіемъ. Это еще очень новая область, вотъ почему полученные результаты содержатъ много неточностей и противорѣчій. Ихъ важность, однако, громадна.

Rutheford, который подробно изучалъ радиоактивныя тѣла и который вмѣстѣ съ Curie открылъ почти всѣ относящіяся къ нимъ явленія, обозначилъ ихъ лучи буквами α , β и γ . Эти обозначенія теперь общеприняты. Но подъ этими новыми именами мы находимъ описанные выше элементы. Лучи α состоятъ изъ положительныхъ іоновъ, лучи β изъ электроновъ, одинаковыхъ съ электронами, изъ которыхъ состоятъ катодные лучи, лучи γ похожи на X-лучи. Эти три рода лучей очень ясно указаны на фигурѣ 3.

Къ этимъ различнымъ лучамъ присоединяется, по Rutheford'у, въ качествѣ основного явленія, выдѣленіе полуматеріальнаго вещества, названнаго имъ эманациею. Она не имѣетъ никакого электрическаго заряда, но проходитъ черезъ дальнѣйшіе фазисы диссоціаціи, которые превращаютъ ее въ частицы α и β .

Изслѣдуемъ теперь свойства перечисленныхъ нами продуктовъ. Большею частью намъ придется только повторять или дополнять то, что нами было сказано уже въ другой главѣ.

§ 2. Лучи α или положительные іоны.

Лучи α состоятъ изъ положительныхъ іоновъ. Они откло-

няются сильнымъ магнитнымъ полемъ, но въ направленіи, обратномъ направленіямъ лучей β . Радиусъ кривизны ихъ отклоненія въ тысячу разъ больше радіуса кривизны отклоненія лучей β .

Частицы α составляютъ 99% всѣхъ лучей радія. Онѣ въ большей степени, чѣмъ лучи β , дѣлаютъ воздухъ проводникомъ электричества, но ихъ дѣйствіе на фотографическую пластинку почти нулевое; ихъ способность проникать черезъ препятствія тоже очень слаба, ибо онѣ не проходятъ черезъ простой листъ бумаги. Эта слабая сила проникновенія даетъ возможность ихъ легко отдѣлять отъ другихъ лучей, обладающихъ большей способностью проходить черезъ тѣла.

Изъ частицъ, выделяемыхъ радиоактивными тѣлами, лучи α дѣлаютъ воздухъ проводникомъ электричества, частицы β дѣйствуютъ на фотографическія пластинки. Когда радиоактивное тѣло заключено въ стеклянной трубкѣ, почти всѣ частицы α задерживаются стѣнками трубки.

Полагаютъ, соотвѣтственно различнымъ вычисленіямъ, что масса и зарядъ частицъ α равняется или больше массы и заряда атома водорода. Скорость ихъ, вычисляемая по степени ихъ отклоненія опредѣленнымъ магнитнымъ полемъ, составляетъ приблизительно $\frac{1}{10}$ часть скорости свѣта.

Количество этихъ частицъ различно для различныхъ тѣлъ. Одинъ граммъ урана и торія выделяетъ въ секунду приблизительно 70.000 частицъ, а граммъ радія выпускаетъ въ секунду приблизительно 100 миллиардовъ. Это выдѣленіе могло бы непрерывно продолжаться около ста лѣтъ.

Частицы α , положительные іоны, и продукты эманацин, должно быть, составляютъ основное явленіе радиоактивности. Выдѣленіе частицъ β и γ , которыя вмѣстѣ даютъ только 1% всѣхъ выделяемыхъ частицъ, видимо, относится къ самому раннему фазису диссоціаціи радиоактивныхъ атомовъ.

Частицы α дѣлаютъ свѣтлыми фосфоресцирующие экраны, если толкнемъ послѣдніе. На этомъ свойствѣ основанъ спинароскопъ, инструментъ, показывающій диссоціацію матеріи. Онъ просто состоитъ изъ сѣрнисто-цинковаго экрана, надъ которымъ находится иголка, остріе которой смочено растворомъ хлористаго радія. Разсматривая сквозь лупу этотъ экранъ, можно видѣть непрерывный дождь искорокъ, производимыхъ столкновеніями частицъ α . Это выдѣленіе частицъ могло бы продолжаться въ теченіе цѣлыхъ вѣковъ, что указываетъ на крайне малую величину частицъ, происходящихъ отъ атомнаго распада. Мы видимъ это выдѣленіе только потому, что, какъ выражается Круксъ, „каждая частица становится видимой единственно благо-

даря громадной степени бокового дѣйствія, которое она своимъ паденіемъ производитъ на чувствительную поверхность паденія, такъ же какъ капли дождя, падая въ воду, вызываютъ рябь, превосходящую діаметръ этихъ капель“. Мнѣ удалось, пользуясь различными разновидностями фосфоресцирующей сѣры, готовить экраны, позволяющіе наблюдать явленіе диссоціаціи не только у солей радія, но и у другихъ тѣлъ, напримѣръ, у торія и урана ¹⁾).

Лучи α очень быстро поглощаются воздухомъ. Это поглощеніе, должно быть, вызывается тѣмъ, что ихъ энергія уходитъ на то, чтобъ ионизировать воздухъ. Они не могутъ его ионизировать дальше чѣмъ на 6 или 7 сантиметровъ отъ источника выдѣленія. Дальше этого разстоянія прекращается дѣйствіе ионизаціи, какъ и фотографическія и фосфоресцирующія дѣйствія. Это объясняется тѣмъ, что проходомъ черезъ воздухъ замедляется скорость движенія частицъ. Когда эта скорость уменьшается на 60%, частицы больше не дѣйствуютъ.

Лучи α , повидимому, очень разнородные; уже допускаютъ четыре рода лучей α , отличающихся особенно своими различными скоростями.

Трудно, кажется, объяснить крайнюю скорость частицъ α . Для частицъ β такая скорость была бы понятна, ибо онѣ состоятъ изъ чисто электрическихъ атомовъ и обладаютъ безъ сомнѣнія очень слабой инерціею; но для частицъ α , размѣры которыхъ равняются размѣрамъ атома водорода, скорость въ 300.000 километровъ въ секунду явленіе трудно объяснимое. Мнѣ кажется, что въ этомъ отношеніи опыты Rutheforda и его учениковъ нуждаются въ провѣркѣ.

Недопустимо, между прочимъ, чтобъ эти скорости совершались мгновенно. Можно это понять, принявъ гипотезу, что частицы атомовъ подобны маленькимъ планетнымъ системамъ, увлекаемымъ громадными скоростями. Оставляя свою орбиту, онѣ сохраняютъ свою скорость, какъ это имѣетъ мѣсто съ камнемъ, пущеннымъ пращей. Невидимая скорость вращательнаго движенія элементовъ атома, должно быть, превращается при диссоціаціи въ скорость прямолинейнаго движенія, видимаго или обнаруживаемаго нашими инструментами.

¹⁾ Изъ фосфоресцирующей сѣры готовятъ достаточно тонкую пластинку, такъ, чтобы она была прозрачною на покрытой лакомъ стеклянной пластинкѣ. Потомъ кладутъ фосфоресцирующее тѣло смазанной стороной на тѣло, подлежащее изслѣдованію, и смотрятъ на другую сторону стекла черезъ лупу. Всѣ минералы урана и торія и даже простая калильная лампа вызываютъ свѣтовое мерцаніе, указывающее на диссоціацію материн. Но для того, чтобы ее замѣтить, необходимо дѣлать глазъ чувствительнымъ, предварительно просидѣвъ въ теченіе четверти часа въ темнотѣ.

§ 3.—*Лучи β или отрицательные электроны.*

Лучи β , какъ полагають, состоятъ изъ электроновъ, сходныхъ съ электронами катодныхъ лучей. Они такимъ образомъ состоятъ изъ отрицательныхъ электрическихъ атомовъ, свободныхъ отъ всякихъ матеріальныхъ элементовъ. Масса ихъ равняется массѣ катодныхъ частицъ т. е. $\frac{1}{1000}$ массы атома водорода. Ихъ скорость колеблется между 33% и 45% скорости свѣта.

Они выдѣляются въ меньшемъ количествѣ, чѣмъ частицы α , но составляютъ едва $\frac{1}{1000}$ всѣхъ выдѣляемыхъ частицъ. Они-то и дѣйствуютъ на фотографическую пластинку.

Ихъ сила проникновенія громадна. Въ то время, какъ лучи α задерживаются листомъ обыкновенной бумаги, лучи β проходятъ черезъ алюминій, толщиной въ нѣсколько миллиметровъ. То, что лучи β обладаютъ большою способностью проникать черезъ тѣла, чѣмъ катодные лучи Крукса, способные только проходить черезъ алюминіевыя пластинки, толщиной въ нѣсколько тысячныхъ миллиметра, объясняется вѣроятно, ихъ громадною скоростью.

Встрѣчая фосфоресцирующія тѣла, они ихъ тотчасъ дѣлають свѣтлыми, даже тогда, когда они отдѣлены отъ этихъ тѣлъ тонкой алюминіевой пластинкой.

Очень живо происходитъ процессъ фосфоресценціи у тѣлъ, покрытыхъ слоемъ платинисто-синеродистаго барія и у разновидностей алмаза, способныхъ къ фосфоресценціи ¹⁾.

Частицы β представляются такими же сложными, какъ частицы α , какъ это показываетъ различная скорость составляющихъ ихъ элементовъ. Можно легко отдать себѣ отчетъ въ неодинаковости ихъ скоростей по фотографическому дѣйствию, которое онѣ производятъ, когда онѣ отклоняются магнитнымъ полемъ. Покрывая фотографическую пластинку экранами различной толщины, можно убѣдиться, что различныя частицы β обладаютъ различной способностью проникать черезъ тѣла. Вполнѣ возможно, что онѣ представляютъ крайне различные періоды диссоціаціи матеріи, которыхъ мы еще не умѣемъ различать другъ отъ друга.

§ 4.—*Лучи γ или лучи X.*

Рядомъ съ лучами α и β , заряженными—первые поло-

¹⁾ Этой именно способностью я и пользуюсь, чтобъ быстро опредѣлить интенсивность различныхъ сортовъ радія. Когда трубка, содержащая соль радія, дѣлаетъ фосфоресцирующимъ алмазъ, отдѣленный отъ лучей трубки тонкой алюминіевой пластинкой, то можно такую соль считать очень радиоактивною.

жительнымъ, вторые отрицательнымъ электричествомъ, радіоактивныя тѣла выдѣляютъ въ очень слабой пропорціи (меньше чѣмъ одинъ процентъ) лучи, по своимъ свойствамъ совершенно сходные съ X лучами, но обладающіе болѣе силой проникать черезъ тѣла, такъ какъ они проходятъ черезъ сталь толщиной въ нѣсколько сантиметровъ. Это даетъ возможность легко отдѣлить ихъ отъ радіацій α и β , которыя не проходятъ черезъ свинцовую пластинку, толщиной въ нѣсколько миллиметровъ.

Между прочимъ, мы очень мало знаемъ ихъ природу. Говоря, что они подобны X-лучамъ, мы только основываемся на ихъ свойствахъ отклоняться отъ дѣйствія магнитнаго поля и проникать черезъ преграды.

Изученіе предыдущихъ лучей (α , β и γ) усложняется тѣмъ обстоятельствомъ, что лучи эти не могутъ касаться газообразнаго или твердаго тѣла, не вызывая непосредственно (несомнѣнно въ силу потрясенія, произведеннаго ихъ громадной скоростью) диссоціаціи. Это вызываетъ въ свою очередь появленіе такъ называемыхъ второстепенныхъ лучей, которые своими свойствами походятъ на основные лучи, но которые менѣе интенсивны. Эти второстепенные лучи одинаково дѣйствуютъ на фотографическія пластинки, дѣлаютъ воздухъ проводникомъ электричества и отклоняются магнитнымъ полемъ. Они могутъ своимъ паденіемъ вызвать третичные лучи, обладающіе тѣми же свойствами и такъ далѣе. Самыми активными являются вторичные лучи, снабженные лучами γ . Фотографическія дѣйствія этихъ лучей иногда усиливаются, когда они проходятъ черезъ металлическую пластинку, такъ какъ тогда къ дѣйствию первичныхъ лучей присоединяется дѣйствіе вторичныхъ лучей.

§ 5.—Полуматеріальная эманация, происходящая отъ радиоактивныхъ тѣлъ.

Самая любопытная особенность радіоактивныхъ и между прочимъ всѣхъ тѣлъ, это то, что они безпрестанно выдѣляютъ ненаэлектризованный элементъ, названный Rutheford'омъ эманациею. Эта эманация представляетъ первые періоды диссоціаціи матеріи. Распадаясь, она порождаетъ выдѣленіе частицъ, изученныхъ въ предыдущемъ параграфѣ. Она еще обладаетъ способностью дѣлать радіоактивными тѣла, помѣщенные въ соосѣдствѣ съ радіемъ.

Эманация была изучена у радія и торія. Уранъ даетъ этихъ частицъ въ маломъ количествѣ, такъ что реактивы не въ состояніи ихъ обнаруживать. Но очень вѣроятно, что онъ ихъ, вопреки предположенію Rutheford'a, выдѣляетъ,

ибо онѣ, согласно изслѣдованіямъ J. J. Thomson'a, выдѣляются большинствомъ тѣлъ природы,—водой, пескомъ и т. д.

Ихъ отдѣляютъ отъ радіоактивныхъ тѣлъ или растворя послѣднія въ жидкости, налитой въ шарѣ, который сообщается съ закрытой трубкой, или же нагревая докрасна радіоактивные тѣла. Эманация, освобождающаяся въ трубкѣ, дѣлаетъ трубку фосфоресцирующей, что позволяетъ изучать ихъ свойства.

Можно сгущать эманацию при помощи холода, образуемаго жидкимъ воздухомъ. Сгущеніе обнаруживается локализациею фосфоресценціи, но при этомъ не появляется ничего, что можно было бы обнаружить вѣсами.

Эманация торія сгущается при -120° , а эманация радія при 150° . Вполнѣ возможно, что эманация различныхъ тѣлъ, несмотря на опредѣленные черты сходства, все-таки разной природы.

При обыкновенной температурѣ въ твердомъ состояніи радіоактивныя тѣла выдѣляютъ эманацию почти въ сто разъ меньше, чѣмъ когда эти тѣла находятся въ состояніи раствора. Если помѣстить сѣрнистый цинкъ въ шарѣ, сообщаемся посредствомъ трубки съ другимъ шаромъ, содержащимъ растворъ хлористаго радія, то освобожденіе эманаций дѣлаетъ сѣру фосфоресцирующей.

Нагрѣтый радій теряетъ черезъ выдѣленіе эманаций большую часть своей активности, но онъ ее почти цѣлкомъ восстанавливаетъ въ теченіе какихъ-нибудь двадцати дней. Та же самая потеря активности имѣетъ мѣсто при кипяченіи раствора этой соли. Послѣ накаленія докрасна твердаго хлористаго радія или послѣ долгаго кипяченія его раствора, онъ еще сохраняетъ четверть своей первоначальной активности, но активность эта обязана тогда только частицамъ α . Въ этомъ легко убѣдиться, ибо испускаемые тогда лучи не проходятъ даже черезъ листъ бумаги. Только спустя довольно долгое время вновь появляются частицы β , способныя проникать черезъ металлы.

Активность эманаций достаточно скоро убываетъ. Скорость убыли активности зависитъ отъ тѣла. Для актинія она пропадаетъ въ нѣсколько секундъ, у торія въ нѣсколько минутъ, у радія только спустя три недѣли, но въ четыре дня эта активность уменьшается наполовину.

По Rutheford'у радій и торій могутъ производить различныя формы диссоціи, которыя начинаются выдѣленіемъ эманаций. Онъ насчитываетъ пять или шесть такихъ формъ. Онѣ послѣдовательно порождаютъ другъ друга. Онѣ безъ сомнѣнія представляютъ послѣдовательные періоды диссоціи матеріи.

Радій обязанъ эманации тремя четвертями выдѣляемой

имъ теплоты, которая поддерживаетъ его температуру на 3 или 4 градуса выше температуры окружающей среды. Въ самомъ дѣлѣ: если нагрѣваніемъ мы лишаемъ радій его эманациі, онъ тогда будетъ освобождать только четверть того количества теплоты, которую онъ раньше выдѣлялъ. Повышеніе температуры почти цѣликомъ обязано частицамъ α .

Изъ опытовъ Ramsay, какъ мы уже это сказали, слѣдуетъ, что если на нѣсколько дней оставить эманацию радія въ трубкѣ, то можно въ ней замѣтить спектральныя полосы гелія, которыхъ раньше не было.

Прежде чѣмъ вывести заключенія изъ этого явленія, слѣдуетъ раньше отмѣтить, что гелій—это газъ, сопровождающій всѣ радиоактивные минералы. Его впервые изъ нихъ извлекли. Газъ этотъ не образуетъ никакихъ соединений; неопредѣленное время сохраняется въ трубкахъ, въ которыхъ онъ заключенъ. Радій выдѣляетъ специальный гелій, ибо онъ, видимо, безпричинно разсѣивается. Его единственное сходство съ обыкновеннымъ геліемъ состоитъ въ томъ, что онъ даетъ мгновенныя спектральныя полосы. Трудно поэтому допустить превращеніе радія въ гелій.

Rutherford смотритъ на эманацию, какъ на обыкновенный газъ, такъ какъ она разсѣивается и сгущается подобно газу. Безъ сомнѣнія, эманация имѣетъ много общаго съ матеріальными тѣлами. Но не отличается ли она отъ послѣднихъ только своимъ свойствомъ разсѣиваться въ нѣсколько дней, даже когда она заключена въ закрытой трубкѣ, превращаясь при этомъ въ электрическія частицы. Это явленіе указываетъ на важное значеніе нашей попытки установить промежуточный міръ между матеріальнымъ и нематеріальнымъ мірами, т.-е. между матеріей и эфиромъ.

По нашему взгляду, эманация—одинъ изъ элементовъ этого промежуточнаго міра. Она отчасти матеріальна, ибо ее можно сгущать, растворять въ нѣкоторыхъ кислотахъ и снова извлекать испареніемъ. Она только несовершенная матерія, такъ какъ она въ концѣ концовъ исчезаетъ, превращаясь въ электрическія частицы.

Превращеніе это, имѣющее мѣсто даже тогда, когда эманация находится въ закрытой трубкѣ, было обнаружено опытами Rutherford'a. Онъ показалъ, что, исчезая, эманация сперва порождаетъ частицы α и только позже частицы β и лучи γ .

Чтобы показать, что эманация радія вначалѣ даетъ только положительныя частицы α , ее помѣщаютъ въ мѣдный цилиндръ толщиной въ 0,05 миллиметровъ. Цилиндръ этотъ задерживаетъ частицы α , но пропускаетъ частицы β и лучи γ .

Опредѣляя, черезъ правильные промежутки времени.

внѣшнюю лучистость цилиндра, мы убѣждаемся при помощи электроскопа, что частицы β появляются только спустя 3 или 4 часа; напротивъ, частицы α появляются тотчасъ же. Ихъ обнаруживаетъ электроскопъ, соединенный съ внутренней частью цилиндра.

На основаніи этихъ опытовъ Rutheford дѣлаетъ заключеніе, что „эманация“ вначалѣ выпускаетъ только лучи α , потомъ лучи β и γ , осаждающіеся на стѣнкахъ сосуда, въ которомъ находится эманация. Трудно, однако, понять, послѣ того, что намъ извѣстно объ электричествѣ, какимъ образомъ, появляется выдѣленіе частицъ исключительно положительныхъ, не вызывающихъ одновременно равнаго себѣ отрицательнаго заряда.

Какъ бы то ни было, если вѣрна предыдущая теорія, эманация, исчезая, сначала даетъ положительные іоны, сравнительно объемистые, а потомъ отрицательные электроны, въ тысячу разъ меньшіе положительныхъ іоновъ, и наконецъ—лучи γ .

Какъ я это выше указалъ, Rutheford рассматриваетъ эманацию, какъ особаго рода газъ, способный безпричинно диссоциироваться въ видѣ электрическихъ частицъ, выталкиваемыхъ наружу съ громадной скоростью. Диссоциируясь, этотъ предполагаемый газъ выдѣляетъ количество энергіи, въ три милліона разъ превышающее энергію, произведенную взрывомъ равнаго объема водорода и кислорода, смѣшанныхъ въ пропорціи, необходимой для образованія воды. Но послѣдняя реакція, какъ извѣстно, даетъ наибольшее количество теплоты.

Наэлектризована ли сама эта эманация, производящая такое громадное количество электрическихъ частицъ? Никоемъ образомъ. Этотъ важный фактъ ясно былъ доказанъ опытами профессора Mac Clelland'a. „Фактъ, говоритъ онъ, что эманация не обладаетъ никакимъ зарядомъ, имѣетъ громадное значеніе съ точки зрѣнія нашего взгляда на матерію, по которому атомъ радія разрушается. Навѣрно, атомъ радія производитъ частицы α , заряженные положительно. Но частицы эманации не могутъ составлять оставшейся части атома, послѣ выдѣленія частицъ α , ибо тогда онѣ имѣли бы отрицательный зарядъ“. Изъ этихъ опытовъ и изъ сдѣланныхъ мною раньше замѣчаній слѣдуетъ, что все, относящееся къ частицамъ α , составляющимъ 99% выдѣленія радиоактивныхъ тѣлъ, нуждается въ полномъ пересмотрѣ.

§ 6. Индуктированная радиоактивность.

Эманация, разсѣиваясь и посылая свои распавшіяся ча-

стицы на поверхности тѣлъ, производить такъ называемую индуктированную радиоактивность. Явленіе это состоитъ въ томъ, что всѣ тѣла, помѣщенные въ сосѣдствѣ съ радиоактивнымъ соединеніемъ, мгновенно становятся радиоактивными. Явленіе это не имѣетъ мѣста, когда дѣйствующая соль заключена въ стеклянной трубкѣ.

Какъ видно, только лучи β и γ способны вызывать индуктированную радиоактивность. Частицы α не обладаютъ этимъ свойствомъ.

Искусственно вызванная у всѣхъ тѣлъ радиоактивность исчезаетъ, спустя только достаточно долгое время.

Всѣ газы или металлы, находящіеся въ сосѣдствѣ радиоактивнаго тѣла, или на которые направляютъ при помощи длинной трубки эманацию, освобождающуюся отъ этой трубки, мгновенно становятся радиоактивными. Допуская, что радиоактивность порождается освобожденіемъ электрическихъ частицъ, мы должны признать, что эти частицы, способныя уноситься воздухомъ и прикрѣпляться къ тѣламъ, какъ пыль, просто обладаютъ свойствами, отличными отъ свойствъ обыкновеннаго электричества. Rutheford доказалъ, что эманация торія можетъ проходить черезъ воду и сѣрную кислоту, не теряя своей энергіи. Если подвергнуть дѣйствию эманации металлическую проволоку, заряженную отрицательнымъ электричествомъ, она становится радиоактивной. Отъ дѣйствія на проволоку сѣрной кислотой, она послѣ испаренія сохраняетъ еще свою радиоактивность. Трудно понять, какимъ образомъ, электричество могло бы противостоять подобнымъ воздѣйствіямъ.

Индуктированная радиоактивность, сообщенная неактивному тѣлу, можетъ быть болѣе интенсивна, чѣмъ радиоактивность тѣлъ, отъ которыхъ она выходитъ. Когда мы въ сосудъ, содержащій эманацию радиоактивнаго тѣла, наприкладъ, торія, помѣщаемъ металлическую пластинку, заряженную отрицательнымъ электричествомъ высокаго потенциала, всѣ выдѣляемыя торіемъ частицы концентрируются вокругъ этой пластинки, и, по Rutheford'у, она, при одинаковой поверхности, становится въ десять тысячъ разъ болѣе радиоактивной, чѣмъ самъ торій. Когда металлическая пластинка заряжена положительно, она не становится радиоактивной. Этихъ и предыдущихъ фактовъ современная теорія не въ состояніи объяснить.

Если металлъ, искусственно ставшій радиоактивнымъ, нагревается до бѣлаго каленія, онъ теряетъ свою радиоактивность, которая распространяется на сосѣднія тѣла. Въ этомъ опять сказывается странный образъ дѣйствія такъ называемыхъ электрическихъ атомовъ.

Явленія индуктированной радиоактивности необъяснимы

съ точки зрѣнія современныхъ взглядовъ на электрическія частицы. Немыслимо, чтобы подобныя частицы, расположенныя на поверхности металла, могли бы въ теченіе недѣль оставаться въ состояніи электрическихъ атомовъ и поддаваться дѣйствію реактивовъ. По опытамъ г. Curie, висмутъ, погруженный въ растворъ бромистаго радія и тщательно потомъ вымытый, какъ видно, сохраняетъ свою радиоактивность, по крайней мѣрѣ, въ теченіе трехъ лѣтъ. Эта радиоактивность, видимо, сохраняется и послѣ сильнаго химическаго дѣйствія. Развѣ правдоподобно допустить, что электрическія частицы обладаютъ такими свойствами? Но развѣ онѣ такъ отличаются отъ электричества, то какъ же можно, какъ я уже это нѣсколько разъ спрашивалъ, упорствовать и примѣнять къ нимъ терминъ электрическихъ частицъ?

Отмѣчу по поводу индукированной радиоактивности, что нѣкоторыя формы энергіи могутъ накапливаться въ тѣлахъ въ теченіе долгаго времени и расходоваться очень быстро. Мои прошлые опыты надъ фосфоресценціею показали, что сѣрнистый кальцій, выставленный на солнце на нѣсколько секундъ, испускаетъ въ теченіе восемнадцати мѣсяцевъ лучи чернаго свѣта. Въ этомъ насъ убѣждаетъ возможность при помощи этихъ лучей фотографировать при полнѣйшей темнотѣ тѣла, помѣщенные въ камерѣ-обскурѣ. Спустя восемнадцать мѣсяцевъ, сѣрнистый кальцій не лучше испускаетъ больше, но онѣ имѣетъ еще достаточный зарядъ, который мы можемъ обнаружить, направляя на поверхность тѣла невидимые инфра-красные лучи.

Сравнивали радиоактивное тѣло съ магнитомъ, который всегда сохраняетъ свои магнитныя свойства и который можетъ, не ослабѣвая, намагничивать другія тѣла.

Это—мало обоснованное сравненіе, такъ какъ магнитъ не является мѣстопробываніемъ постояннаго выдѣленія частицъ въ пространство. Можно, однако, использовать это сравненіе для грубаго объясненія индукированной радиоактивности, которую можно свести къ тому, что радиоактивное тѣло сообщаетъ свои свойства сосѣднему тѣлу, какъ магнитъ намагничиваетъ куски металла, расположенные съ нимъ по сосѣдству. Еслибъ частицы воздуха были магнитными (въ нѣкоторой степени онѣ магнитны), магнитъ ихъ бы намагничивалъ, да и онѣ могли бы намагничивать другія частицы воздуха. Еслибъ онѣ сохраняли свои магнитныя свойства, мы имѣли бы газъ, который, подобно эманации радиоактивныхъ тѣлъ, протекалъ бы въ трубкахъ и держался бы на поверхности металловъ, не теряя этихъ свойствъ.

Изъ всего предшествовавшего вытекаетъ ясное общее положеніе, что, согласно сказанному нами въ началѣ этой главы, фазисы диссоціаціи матеріи должны быть очень мно-

гочисленны. Мы знаемъ только нѣкоторые изъ нихъ. Мы не можемъ ихъ отдѣлять, но мы, по крайней мѣрѣ, увѣрены, что они существуютъ, ибо неодинаковое отклоненіе магнитомъ частицъ ? ясно указываетъ, что онѣ состоятъ изъ различныхъ элементовъ. Мы также знаемъ, что полу-матеріальный продуктъ, называемый въ общемъ эманацией, содержитъ уже четыре или пять элементовъ, относящихся къ различнымъ періодамъ диссоціаціи матеріи.

Эти же опыты утверждаютъ и то, что матерія, диссоциируясь, выделяетъ все болѣе нѣжные, все болѣе дематеріализованные элементы, которые постепенно приводятъ ее въ эфиръ. Положительный іонъ еще очень заряженъ матерією. Отрицательные электроны скорѣе приближаются къ эфиру. Они сами представляютъ различные фазисы диссоціаціи, такъ какъ неодинаковое ихъ отклоненіе магнитнымъ полемъ указываетъ, что они состоятъ изъ различныхъ элементовъ. Въ концѣ-концовъ мы приходимъ къ лучамъ, которые не задерживаются никакимъ препятствіемъ, которые не отклоняются никакимъ магнитнымъ полемъ и которые, новидимому, представляютъ послѣдніе фазисы диссоціаціи матеріи предъ ея окончательнымъ возвращеніемъ въ эфиръ.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ.

Дематеріализація обыкновенныхъ тѣлъ подѣ различными вліяніями: подѣ вліяніемъ свѣта, химическихъ реакцій, теплоты и т. д.

§ 1. Различныя причины дематеріализаціи матеріи и методы, употребляющіеся для ея обнаруженія.

Много лѣтъ прошло съ тѣхъ поръ, какъ я показалъ, что, вопреки господствовавшимъ тогда взглядамъ, диссоціація матеріи, наблюдающаяся у радиоактивныхъ тѣлъ, напримѣръ, у урана и радія,—общее свойство всѣхъ тѣлъ природы, проявляющееся подѣ вліяніемъ различныхъ причинъ или безпричинно. Безпричинная радиоактивность нѣкоторыхъ тѣлъ, какъ уранъ и торій, которая такъ поразила физиковъ, въ дѣйствительности, общее явленіе, основное свойство матеріи.

Въ новомъ своемъ трудѣ ¹⁾ профессоръ J. J. Thomson вновь возбудилъ этотъ вопросъ и успѣлъ показать суще-

¹⁾ On the presence of radio-active matter in ordinary substance
Proceedings of the Cambridge philosophical Society, avril, p. 391.

ствование радиоактивности въ большинствѣ тѣлъ, напримѣръ, въ водѣ, пескѣ, глинѣ, кирпичѣ и т. д.

Эти опыты подтверждаютъ всѣ изслѣдованія, опубликованныя мной еще раньше по вопросу о диссоціаціи матеріи, но они вовсе не доказываютъ, какъ это думаютъ нѣкоторые физики, что повсюду находится радій. Последнее предположеніе было единственнымъ объясненіемъ, за которое ухватывались послѣдніе приверженцы доктрины о неразрушимости матеріи. Было болѣе удобно допустить, что атомы двухъ или трехъ исключительныхъ тѣлъ диссоціируются, чѣмъ признать, что это абсолютно общее явленіе.

Наши опыты лишаютъ всѣ эти объясненія всякой правдоподобности. Разъ намъ удастся опредѣленными химическими реакціями сильно измѣнять радиоактивность тѣла, разъ мы дѣлаемъ очень радиоактивной смѣсь такихъ тѣлъ, какъ олово и ртуть, которыя въ отдѣльности не радиоактивны, то развѣ можно допустить, что въ появленіи наблюдаемой радиоактивности играетъ роль какой-то радій?

Только цѣной продолжительныхъ опытовъ мнѣ удалось установить всеобщность явленія диссоціаціи матеріи. Я ихъ изложу во второй части моей работы. Въ этой главѣ я сдѣлаю лишь резюме полученнымъ результатамъ.

На какія явленія можно сослаться, чтобы доказать диссоціацію обыкновенныхъ тѣлъ?

Именно на явленія, показывающія диссоціацію частно радиоактивныхъ тѣлъ, какъ радій и торій, выделяющихъ частицы, обладающія громадной скоростью, дѣлающія воздухъ проводникомъ электричества и отклоняющіяся подъ вліяніемъ магнитнаго поля.

Частицы эти обладаютъ другими свойствами. Онѣ дѣйствуютъ на фотографическую пластинку, вызываютъ фосфоресценцію и флюоресценцію и т. д., но это свойство второстепенной важности; 99% выделения радія состоятъ изъ частицъ, не дѣйствующихъ на фотографическую пластинку. Существуютъ такія радиоактивныя тѣла, какъ полоній, которыя выпускаютъ только сходные этимъ частицамъ лучи.

Изъ перечисленныхъ свойствъ самымъ важнымъ является свойство частицъ дѣлать воздухъ проводникомъ электричества и, слѣдовательно, разряжать на разстояніи электроскопъ. Этимъ свойствомъ исключительно пользовались, чтобы изолировать радій. Къ нему намъ придется возвращаться.

Способность частицъ отклоняться подъ вліяніемъ магнитнаго поля, ихъ электрическій зарядъ—тоже основныя явленія. Благодаря имъ, удалось установить неоспоримое сходство между частицамъ, выделяемыми безпричинно радио-

активными тѣлами или тѣлами, искусственно надѣленными радіоактивностью, и катодными лучами прибора Крукса. Степень отклоненія частицъ отъ дѣйствія магнитнаго поля позволяетъ опредѣлить ихъ скорость.

§ 2. Диссоціація матеріи отъ дѣйствія свѣта.

Внимательное изученіе дѣйствія свѣта на металлы и обнаруженная мною аналогія между лучами, испускаемыми этими металлами и катодными лучами, привели меня къ открытію всеобщности диссоціаціи матеріи.

Часть этой работы, посвященная опытамъ, покажетъ, какъ просты опыты, обнаруживающіе диссоціацію тѣлъ подъ вліяніемъ свѣта, такъ какъ они сводятся къ тому, что на положительно заряженный электроскопъ направляются лучи диссоціирующагося тѣла, напримѣръ, металлической пластинки, подвергнутой дѣйствію свѣта. Эти лучи испускаютъ не только металлы, но и большинство другихъ тѣлъ. Выдѣленіе нѣкоторыхъ тѣлъ въ 40 разъ больше, при одинаковой поверхности, чѣмъ выдѣленіе, производимое безпричинно радіоактивными тѣлами, какъ, напримѣръ, торій и радій.

Долгое время оспаривали сложный составъ этихъ лучей и мое утвержденіе, что они той же природы, какъ катодные лучи и лучи, выпускаемые радіоактивными тѣлами, но теперь никакой физикъ не отрицаетъ сходства этихъ лучей.

Потоки, вызываемые дѣйствіемъ свѣта, дѣлаютъ воздухъ, какъ катодные лучи, проводникомъ электричества и также отклоняются магнитомъ. Электрическій зарядъ составляющихъ ихъ частицъ, по измѣреніямъ J. J. Thomson'a, равняется заряду катодныхъ частицъ.

Мы покажемъ во второй части этой книги, что различныя части спектра обладаютъ различной силой диссоціаціи и что очень различна способность разныхъ тѣлъ противодѣйствовать диссоціаціи, вызываемой свѣтомъ. Ультра-фіолетовая часть самая активная. Замѣчаютъ, что въ крайнихъ частяхъ ультра - фіолетовой полосы спектра, образуемаго электрическими искрами (эти части отсутствуютъ въ солнечномъ спектрѣ, такъ какъ ихъ поглощаетъ атмосфера), всѣ тѣла диссоціируются далеко быстрее, чѣмъ отъ обыкновеннаго свѣта. Въ этой части спектра тѣла, на которыя не особенно дѣйствуетъ солнечный свѣтъ, какъ, напримѣръ, золото и сталь, выпускаютъ въ такомъ количествѣ потоки частицъ, что они почти мгновенно разряжаютъ электроскопъ. Если-бъ атмосфера не защищала земли отъ ультра-фіолетовыхъ лучей, жизнь въ ея настоящихъ проявленіяхъ, вѣроятно, была бы невозможной.

Солнечный свѣтъ не обладаетъ способностью диссоциировать молекулы газа. Последнія распадаются только отъ дѣйствія крайнихъ лучей ультра-фіолетовой части. Если лучи эти—а это возможно—существуютъ въ солнечномъ спектрѣ до ихъ поглощенія атмосферой, то на границахъ атмосферы происходитъ энергичная диссоціація газовъ воздуха. Причина эта, дѣйствуя въ продолженіе вѣковъ, вѣроятно, лишила многія свѣтила, какъ луну, ихъ атмосферы.

§ 3. Диссоціація матеріи химическими реакціями.

Мы приближаемся къ самой любопытной и непредвидѣнной части нашихъ изслѣдованій. Убѣжденные въ общемъ характерѣ обнаруженныхъ нами явленій, мы спрашивали, не порождаютъ ли химическія реакціи потоковъ частицъ, аналогичныхъ потокамъ, вызываемымъ дѣйствіемъ свѣта на тѣла, потоковъ, способныхъ разсѣивать электрическіе заряды. Опытъ цѣликомъ подтвердилъ эту гипотезу.

Наука столкнулась съ совершенно непредвидѣннымъ явленіемъ. Уже давно извѣстно, ибо наблюденія эти относятся еще къ Лапласу и Лавуазье, что водородъ, получающійся отъ дѣйствія желѣза на сѣрную кислоту, электризуется. Фактъ этотъ тѣмъ болѣе поражалъ физиковъ, такъ какъ нельзя непосредственно наэлектризовать газъ. Газъ, находящійся въ непосредственномъ соприкосновеніи съ наэлектризованнымъ металломъ, никогда не электризуется. Если бы воздухъ могъ наэлектризоваться, онъ бы не былъ изоляторомъ, никакой заряженный электроскопъ не могъ бы сохранить свои заряды, и мы бы не знали большинства электрическихъ явленій. И этотъ столь важный фактъ, указывающій на разрушимость матеріи, никѣмъ не подозрѣвался.

Выдающіяся явленія обращаютъ на себя наше вниманіе только тогда, когда ихъ озаряютъ свѣтомъ другія извѣстныя явленія, или когда широкое обобщеніе, способное объяснить ихъ, заставляетъ ближе къ нимъ присматриваться. Въ опытѣ Лавуазье, о которомъ я говорилъ, водородъ потому наэлектризовался, что его атомы вступили въ начальный періодъ диссоціаціи. Любопытно отмѣтить, что первый опытъ, изъ котораго можно было вывести, что матерія брѣнна, былъ произведенъ знаменитымъ ученымъ, который своей славой обязанъ своимъ изслѣдованіямъ, имѣвшимъ цѣлью доказать, что матерія неразрушима.

Опыты, собранные въ концѣ этой книги, показываютъ, что большое число химическихъ реакціи, независимо отъ того, сопровождаются ли онѣ или не сопровождаются выдѣленіемъ газа, вызываютъ лучи, сходные съ X-ми лучами,

которые, слѣдовательно, обнаруживаютъ безвозвратное разрушеніе матеріи во время этихъ реакцій.

Я ограничусь перечисленіемъ слѣдующихъ изъ этихъ реакцій: разложеніе воды посредствомъ цинка и сѣрной кислоты или просто амальгамой натрія, образованіе ацетилена при помощи карбида кальція, добываніе кислорода разложеніемъ перекиси водорода, посредствомъ перекиси марганца, гидрація сѣрнокислаго хинина. У сѣрнокислаго хинина мы наблюдаемъ очень много любопытныхъ явленій. Тѣло это, какъ это давно извѣстно, становится фосфоресцирующимъ отъ дѣйствія теплоты. Когда оно отъ достаточнаго нагрѣванія теряетъ свою фосфоресценцію, то, охлаждаясь, оно становится свѣтлымъ и радиоактивнымъ. Это свойство было совершенно неизвѣстно. Исслѣдованія причинъ его фосфоресценціи отъ охлажденія меня привели къ тому, что онѣ лежатъ въ слабой гидраціи. Я на этомъ основаніи нашелъ, что вслѣдствіе гидраціи тѣло это становится въ теченіе нѣсколькихъ минутъ радиоактивнымъ. Это—первый открытый мною примѣръ диссоціаціи, т. е. радиоактивности, вызываемой химическими реакціями; онъ привелъ меня къ открытію многихъ другихъ случаевъ.

Послѣ этого д-ръ Kalähne, профессоръ физики въ Гейдельбергскомъ университетѣ, изслѣдовалъ этотъ вопросъ въ очень серьезной статьѣ ¹⁾.

Мои изслѣдованія, — говоритъ онъ, — совершенно подтверждаютъ, что причиной радіаціи является химическое явленіе, указанное Густавомъ Лебономъ. Одинъ изъ учениковъ Rutheford'a провѣрилъ результаты моихъ опытовъ надъ сѣрнокислымъ хининомъ и посвятилъ имъ статью, помѣщенную въ *Physycal Review*. Въ своемъ обширномъ трудѣ о радиоактивности Rutheford воспроизводитъ и соглашается съ заключеніями этой статьи.

Авторъ тоже обнаружилъ, что воздухъ становится проводникомъ электричества, и что явленіе дѣйствительно, какъ я это сказалъ, вызывается гидраціею сѣрнокислаго хинина, но онъ полагаетъ, что радиоактивность обязана химической реакціи или особаго рода ультра-фіолетовому свѣту, порождаемому фосфоресценціей.

Что радиоактивность обязана химической реакціи, это именно то, что я хотѣлъ показать и что г. Kalähne тоже подтвердилъ. Но ея причиной не можетъ быть ультра-фіолетовый свѣтъ, такъ какъ фосфоресценція продолжается

¹⁾ *Annalen der Physik*, стр. 450. „Статья эта, говоритъ авторъ, содержитъ результаты моихъ изслѣдованій по вопросу о радіаціи сѣрнокислаго хинина, открытой Густавомъ Лебономъ“. Тотъ же самый предметъ изслѣдовалъ г. Gatte, но другимъ способомъ.

дольше, чѣмъ радиоактивность, слѣдовательно, радиоактивность не можетъ быть слѣдствіемъ ультра-фіолетоваго свѣта, образуемаго фосфоресценціей.

Rutherford полагаетъ, что полученные такимъ образомъ радіаціи отличаются отъ радіацій радиоактивныхъ тѣлъ, такъ какъ онѣ въ меньшей степени проникаютъ черезъ тѣла. Онъ, однако, не отрицаетъ того факта, что это проникновение ничего не показываетъ, такъ какъ по его же изслѣдованіямъ 99% выдѣленія радія не способны проходить черезъ тонкій листъ бумаги, и что нѣкоторыя сильно радиоактивныя тѣла, какъ полоній, испускаютъ лучи, не обладающіе никакой способностью проникновенія черезъ тѣла. Мнѣ кажется, что знаменитый физикъ, высказывая подобное мнѣніе, находился еще подъ вліяніемъ распространеннаго вначалѣ взгляда, что радиоактивность—исключительное достояніе небольшого числа тѣлъ.

§ 4. Диссоціація матеріи, вызываемая электрически́мъ дѣйствіемъ.

Нѣкоторыя, крайне интенсивныя электрическія дѣйствія, напримѣръ, искры длиной въ 50 сантиметровъ, между которыми помѣщается испытываемое тѣло, хотя и производятъ легкое вліяніе, т. е. вызываютъ слабую радиоактивность этого тѣла, но оно далеко меньше радиоактивности, произведенной простымъ лучемъ свѣта или теплотой.

Въ этомъ нѣтъ ничего удивительнаго. Электричество, какъ я это скоро покажу, продуктъ диссоціаціи матеріи. Оно, подобно катоднымъ лучамъ и лучамъ радиоактивныхъ тѣлъ, въ состояніи вызывать радіаціи тѣлъ, подвергнутыхъ его дѣйствію; но порождаемые въ воздухѣ іоны обладаютъ очень слабой скоростью, и ихъ дѣйствіе незначительно.

Изъ опытовъ Elster'a и Geitel'a извѣстно, что наэлектризованная до высокаго потенциала проволока пріобрѣтаетъ среднюю радиоактивность. Но можно предположить, что проволока вслѣдствіе электризаціи только притягиваетъ имѣющіеся въ атмосферѣ іоны.

Продолжая изученіе радиоактивности, вызываемой электричествомъ, я осуществилъ опытъ, о которомъ я буду говорить въ другомъ мѣстѣ, и который показалъ, что частицы диссоциированной матеріи проходятъ черезъ тонкія стекляныя и эбонитовыя пластинки.

§ 5. Диссоціація матеріи при горѣніи.

Если слабыя химическія реакціи, какъ простая гидрація, вызываютъ диссоціацію матеріи, то понятно, что процессъ горѣнія, образующій сильныя химическія реакціи,

долженъ сопровождаться громадною диссоціаціею. Горящее тѣло, на самомъ дѣлѣ,—интенсивный источникъ катодныхъ лучей, похожихъ на лучи радиоактивныхъ тѣлъ, но не обладающихъ, вслѣдствіе своей слабой скорости движенія, большою силою проникновенія.

Сто лѣтъ тому назадъ ужъ было извѣстно, что газы пламени разряжаютъ наэлектризованныя тѣла. Вранлу показало, что, даже охлажденные, эти газы обладаютъ той же особенностью. Но этихъ явленій не изслѣдовали, и никто не подозрѣвалъ, что они доказываютъ диссоціацію атомовъ.

Но къ этому заключенію, однако, должны были придти. Его подтвердили недавнія изслѣдованія J. J. Thomson'a. Онъ показалъ, что простая металлическая проволока или уголь, накаливаемые до бѣла, напримѣръ, уголь калильной лампы, громадный и неопредѣленный источникъ электроновъ и іоновъ, т. е. частицъ, похожихъ на частицы радиоактивныхъ тѣлъ и имѣющихъ одинаковый съ ними электрическій зарядъ. „Мы пришли, говоритъ онъ, къ тому заключенію, что раскаленный до бѣла металлъ или нагрѣтая угольная проволока выбрасываютъ электроны“.

Thomson прибавляетъ, что число этихъ электроновъ громадно, ибо оно въ состояніи нейтрализовать количество электричества, соотвѣтствующее многимъ амперамъ на квадратный сантиметръ. Никакое радиоактивное тѣло не въ состояніи производить электроновъ въ такомъ количествѣ. Если принять во вниманіе, что солнечный спектръ указываетъ на наличность большого количества углерода въ фотосферѣ солнца, то изъ этого вытекаетъ слѣдствіе, что солнце должно выбрасывать громадную массу электроновъ, которые, возможно, при столкновеніи съ вышними слоями атмосферы, производятъ сѣверныя сіянія, такъ какъ электроны обладаютъ свойствомъ дѣлать фосфоресцирующими разряженные газы. Положеніе это вполне соотвѣтствуетъ нашей теоріи, въ силу которой солнечная теплота поддерживается диссоціаціею тѣлъ, входящихъ въ составъ солнца.

§ 6.—Диссоціація матеріи теплотой.

Температура ниже температуры горѣнія, т. е. ниже 300° , достаточна, чтобъ вызвать диссоціацію матеріи. Но здѣсь мы имѣемъ дѣло со сложнымъ явленіемъ, которое мы долго изслѣдовали.

Фактически теплота въ этихъ случаяхъ не является факторомъ диссоціаціи. Въ главѣ, посвященной нашимъ опытамъ, мы покажемъ, что она дѣйствуетъ такъ, какъ будто металлъ содержитъ ограниченный запасъ вещества, похожего на эманацию радиоактивныхъ тѣлъ. Подъ вліяніемъ

теплоты металлъ выдѣляетъ это вещество, которое онъ вновь накапливаетъ во время покоя. Вотъ почему металлъ быстро теряетъ радиоактивность, приобретенную имъ до дѣйствія теплоты. Только спустя нѣсколько дней онъ снова становится радиоактивнымъ. Собственно говоря то же самое происходитъ у радиоактивныхъ тѣлъ. Но такъ какъ ихъ радиоактивность далеко превосходитъ радиоактивность обыкновенныхъ тѣлъ, то потеря этой радиоактивности быстро восстанавливается, по крайней мѣрѣ, до тѣхъ поръ, пока тѣла не доведены до краснаго каленія. Въ послѣднемъ случаѣ потеря пополняется только спустя определенное время.

Когда я опубликовалъ эти опыты, еще не было изслѣдованій J. J. Thomson'a, показывающихъ, что всѣ тѣла природы содержатъ эманацию, похожую на эманацию радиоактивныхъ тѣлъ, какъ радій и торій. Изслѣдованія Thomson'a цѣликомъ подтверждаютъ мои изслѣдованія.

§ 7. Безпричинная диссоціація матеріи.

Мои опыты, на которые я только что сослался, показываютъ, что большинство тѣлъ содержитъ запасъ радиоактивнаго вещества, которое выдѣляется подъ слабымъ тепловымъ дѣйствіемъ и которое они безпричинно снова накапливаютъ. Слѣдовательно, тѣла эти, какъ обыкновенныя радиоактивныя вещества, подвергаются безпричинной диссоціаціи, между прочимъ, очень медленной.

Въ предыдущихъ опытахъ эта безпричинная радиоактивность обнаруживалась только подъ слабымъ вліяніемъ теплоты. Можно, однако, различными способами, напримѣръ, свертываніемъ металла въ видѣ закрытаго цилиндра, вызвать внутри его образованіе радиоактивныхъ продуктовъ, которые легко обнаруживаются электроскопомъ. Однако, испытуемое тѣло скоро перестаетъ быть активнымъ.

Этимъ тѣло, конечно, не лишилось всего своего запаса радиоактивности; оно только потеряло ту часть, которую оно способно терять отъ дѣйствія данной температуры. Но такъ же, какъ и по отношенію фосфоресцирующихъ или радиоактивныхъ тѣлъ, достаточно слегка нагрѣть испытуемое тѣло, чтобъ значительно увеличить его радиоактивность.

Итакъ, наши изслѣдованія показываютъ, что всѣ тѣла природы радиоактивны, что эта радиоактивность далеко не частное свойство ограниченнаго числа тѣлъ.

Всякая матерія безпричинно расположена къ диссоціаціи. Чаше всего диссоціація эта очень незначительна, такъ какъ ее задерживаютъ противодѣйствующія силы. Только въ исключительныхъ случаяхъ, напримѣръ, подъ вліяніемъ свѣта, горѣнія, химическихъ реакцій и т. д., диссоціація,

преодолювая препятствія, достигаетъ опредѣленной интенсивности.

Опыты, вкратцѣ здѣсь изложенные, и подробности которыхъ читатель найдетъ въ концѣ этой книги, показываютъ что диссоціація матеріи—общее явленіе; они, слѣдовательно, опровергаютъ доктрину о неизмѣнности вѣса атомовъ. Доктрина эта, на которой зиждется современная химія, кажется вѣрной только благодаря нечувствительности нашихъ вѣсовъ. Еслибъ эта чувствительность была больше, мы бы непосредственно убѣдились, что всѣ наши химическіе законы,—только простыя приближенія. Точные инструменты показали бы намъ, что атомъ въ громадномъ числѣ случаевъ, особенно при химическихъ реакціяхъ, теряетъ часть своего вѣса. Мы имѣемъ поэтому право утверждать, что, вопреки принципу, положенному Лавуазье въ основу химіи, вѣсъ химическаго соединенія не равняется вѣсу тѣлъ, входящихъ въ это соединеніе.

§ 8. Роль диссоціаціи матеріи въ обыкновенныхъ явленіяхъ природы.

Мы только что видѣли, что очень различныя причины, какъ, на примѣръ, свѣтъ, дѣйствуя непрерывно, могутъ диссоциировать матерію и превратить ее въ элементы, не обладающіе никакими свойствами матеріи и которые не могутъ снова стать матеріей.

Диссоціація эта, совершающаяся съ начала вѣковъ, должна была играть громадную роль въ процессъ образованія обыкновенныхъ явленій природы. Она, вѣроятно, начало атмосфернаго электричества.

Она, безъ сомнѣнія, начало облаковъ и, слѣдовательно, дождей, играющихъ столь громадную роль въ свойствахъ климатовъ. Одна изъ основныхъ особенностей радиоактивныхъ выдѣленій это ихъ способность сгущать пары воды; способность, которая, между прочимъ, присуща всякой пыли, въ чемъ легко убѣждаетъ слѣдующій опытъ. Шаръ, наполненный кипящей водой, соединяется стеклянными трубками съ двумя другими шарами; одинъ изъ этихъ шаровъ наполненъ обыкновеннымъ комнатнымъ воздухомъ, другой шаръ наполненъ тѣмъ же воздухомъ, но очищеннымъ отъ своей пыли простой фильтраціей черезъ вату. Паръ, входящій въ шаръ съ неочищеннымъ воздухомъ, непосредственно сгущается въ густой туманъ, между тѣмъ какъ этотъ же паръ не сгущается въ другомъ шарѣ съ очищеннымъ воздухомъ.

Мы видимъ, какъ растетъ важность явленія диссоціаціи матеріи по мѣрѣ углубленія изслѣдованія этого явленія.

Его всеобщность расширяется съ каждымъ днемъ, и я думаю, недалекъ часъ, когда на него будутъ смотрѣть, какъ на начало большого числа явленій, наблюдаемыхъ на поверхности нашей планеты.

Но не въ этомъ важнѣйшая роль диссоціаціи матеріи. Мы ужъ показали, что она—источникъ солнечной теплоты. Скоро мы увидимъ, что она и начало электричества.

ГЛАВА ПЯТАЯ.

Искусственный равновѣсія элементовъ, происходящихъ отъ дематеріализаціи матеріи.

Мы увидимъ въ слѣдующей главѣ, что частицы, стекающія съ наэлектризованнаго острія, соединеннаго съ полюсомъ движущейся электрической машины, состоятъ изъ іоновъ и электроновъ, имѣющихъ тотъ же составъ, какъ частицы диссоциированной матеріи, выбрасываемыя радиоактивными тѣлами или трубкой Крукса. Онѣ тоже дѣлаютъ воздухъ проводникомъ электричества и отклоняются въ магнитномъ полѣ.

Если мы желаемъ изслѣдовать равновѣсія, къ которымъ стремятся элементы диссоциированной матеріи, мы можемъ такимъ образомъ замѣнить радиоактивное тѣло наэлектризованнымъ остриемъ, соединеннымъ съ однимъ изъ полюсовъ электрической машины.

Частицы эти подчиняются законамъ притяженій и отталкиваній, управляющимъ всѣми электрическими явленіями. Пользуясь этими законами, мы можемъ по желанію получать самыя различныя равновѣсія.

Эти равновѣсія держатся только мгновеніе. Еслибъ намъ удалось ихъ фиксировать навсегда, т. - е. такимъ образомъ, чтобы они слѣдовали за порождающей ихъ причиной, мы изъ нематеріальныхъ частицъ могли бы создать нѣчто, похожее на матерію. Громадное количество энергіи, сгущенной въ атомъ, показываетъ невозможность осуществленія такого опыта.

Хотя мы не можемъ образовать такихъ равновѣсій нематеріальныхъ элементовъ, которыя слушались бы причинъ, ихъ образующихъ, но мы можемъ, по крайней мѣ-



Фиг. 4. Радиация частицъ диссоциированной матеріи, не подвергнутой притяженіямъ или отталкиваніямъ (мгновенная фотография).

рѣ, поддерживать эти равновѣсія въ теченіе нѣкотораго времени, достаточнаго для того, чтобы ихъ сфотографировать. Мы такимъ образомъ нематеріальнымъ элементамъ на мгновеніе придаемъ форму матеріи.

Пользуясь исключительно законами, о которыхъ мы говорили выше, мы такъ группировали частицы диссоціированной матеріи, что онѣ располагались во всевозможныя формы: въ прямыя или кривыя линіи, въ призмы и т. д. Формы эти мы получили при помощи мгновенной фотографіи.

На чертежахъ отъ 8 до 11 мы видимъ прямыя и кривыя линіи, по которымъ располагаются частицы диссоціированной матеріи, заряженныя однороднымъ электричествомъ.

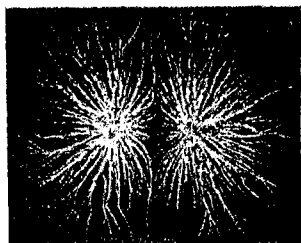
Когда эти частицы достаточно близки другъ къ другу, онѣ отталкиваются. Онѣ не успѣваютъ касаться другъ друга, какъ это показываютъ раздѣляющія ихъ черныя линіи, а также значительное уменьшеніе радіаціи въ мѣстахъ, гдѣ находятся частицы. Увеличивая при помощи тонкихъ иглъ разрядъ, мы получаемъ правильныя фигуры, изображенныя на чертежахъ 12—15.

Многоугольныя формы, получающіяся на нѣкоторыхъ изъ нашихъ фотографій, даютъ, конечно, изображенія тѣлъ, имѣющихъ три измѣренія. Фотографія даетъ только проекцію этихъ тѣлъ. Последнія представляютъ собой формы мгновенныхъ равновѣсій, которыя мы придаемъ частицамъ диссоціированной матеріи ¹⁾.

Частицы, изображенныя на этихъ рисункахъ, не состоятъ исключительно изъ электроновъ. Согласно современ-



Фиг. 5. Притяженія частицъ диссоціированной матеріи, заряженной положительнымъ или отрицательнымъ электричествомъ (мгновенная фотографія),



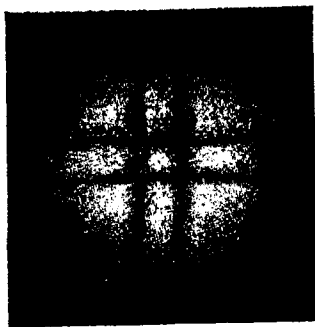
Фигура 6. Отталкиваніе частицъ диссоціированной матеріи, выдѣляемыхъ двумя остріями и движущихся по направленію линій силъ. (Мгновенная фотографія).

¹⁾ При помощи отталкиваній и притяженій можно окончательно уничтожить дѣйствіе тяжести. Въ Nature (16 декабря 1905 г.) я описалъ опытъ, при которомъ мнѣ удалось сдѣлать неподвижнымъ въ пространствѣ твердое тѣло, подвергнутое дѣйствію электрическаго поля.

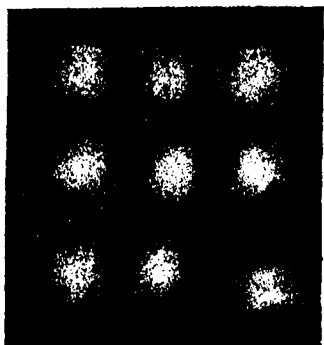
нымъ воззрѣніямъ, онѣ состоятъ изъ электрическихъ атомовъ, окруженныхъ кортежемъ матеріальныхъ частицъ. Онѣ такимъ образомъ состоятъ изъ описанныхъ нами выше іоновъ. Но основа ихъ состоитъ изъ электрическихъ атомовъ, образуемыхъ распадомъ матеріи.

Среди различныхъ формъ равновѣсій, въ которыя мы въ состояніи располагать частицы диссоціированной матеріи, шарообразная форма не вполне понятна для насъ, ибо притяженія и отталкиванія недостаточно ее объясняютъ. Вѣроятно, что въ этомъ случаѣ электрическіе атомы находятся въ состояніи особеннаго вихреобразнаго равновѣсія. Это, хотя мгновенное равновѣсіе, болѣе устойчиво, чѣмъ предыдущіе опыты.

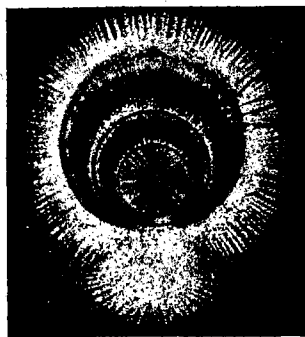
Электричество въ такой формѣ проявлялось во время



Фиг. 7. Отталкиваніе частицъ диссоціированной матеріи, выбрасываемыхъ многими точками (мгновенная фотографія).



Фиг. 8.

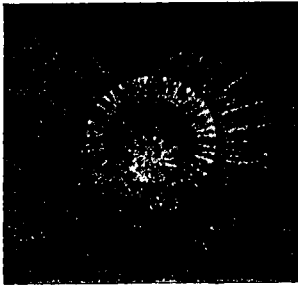


Фиг. 9.

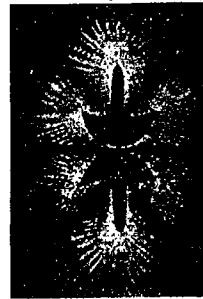
грозы, однако, достаточно рѣдко, поэтому его существованіе отрицалось. Оно тогда представляется въ видѣ блестящихъ шариковъ, временами величиною въ голову ребенка. Эти шарики медленно движутся, лопаются съ трескомъ, на подобіе гранаты, и производятъ опустошенія.

Заключенная въ нихъ энергія громадна. Я охотно ссылаюсь на этотъ примѣръ, чтобъ дать представленіе объ энер-

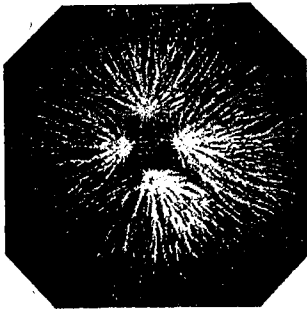
гии, которой обладают хотя бы мгновенно устойчивыя формы равновѣсія.



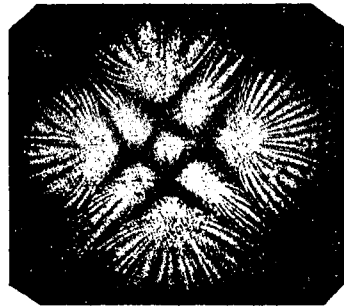
Фиг. 10.



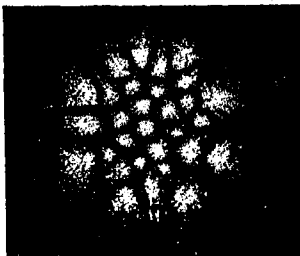
Фиг. 11.



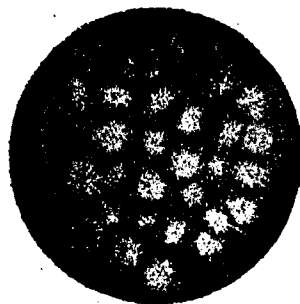
Фиг. 12.



Фиг. 13.



Фиг. 14.



Фиг. 15.

Матеріальныя формы, которыя, видимо, принимаютъ, благодаря отталкиванію, частицы диссоціирующейся матеріи.

Фигура 12 показываетъ отталкиванія частицъ, стекающихъ съ четырехъ близкихъ наэлектризованныхъ точекъ. На фигурахъ 13, 14 и 15 число точекъ увеличено, такъ что получающіяся въ пространствѣ фигуры напоминаютъ клѣточки живыхъ существъ.

Мы не можемъ надѣяться воспроизводить въ нашихъ лабораторіяхъ такія интенсивныя явленія, но мы въ состояніи получать ихъ въ маленькомъ масштабѣ.

Различными способами мы получаемъ маленькія свѣтovyя сферы, напоминающія шаровидную молнію. Очень легкій способъ г. Leduc'a. На фотографической пластинкѣ, въ нѣсколькихъ сантиметрахъ другъ отъ друга, помѣщаются два тонкихъ стержня, соединенныхъ соотвѣтственно съ полюсами электростатической машины. Со стержня, соединеннаго съ отрицательнымъ полюсомъ машины, стекаютъ маленькіе свѣтовые шарики, медленно направляющіеся къ другому стержню. Ихъ діаметръ равняется приблизительно одному сантиметру. При соприкосновеніи со стержнемъ эти шарики исчезаютъ.

Однако, этотъ способъ даетъ еще поводъ предполагать, что мы здѣсь имѣемъ дѣло съ особаго рода электрическими частицами, дѣйствующими между двумя полюсами. Я пытался добыть электричество въ формѣ шара при помощи одного полюса. Мнѣ это очень легко удалось. Металлическій стержень въ полъ-сантиметра въ діаметрѣ, оканчивающійся иглой, остріе которой опирается на бромо-желатинную пластинку, я соединилъ съ отрицательнымъ полюсомъ машины Wimshurst'a. Другой полюсъ соединяется съ землею.

Когда машина работаетъ, съ острія иглы стекаютъ свѣтовые шарики. Они медленно движутся, пробѣгаютъ путь въ нѣсколько сантиметровъ и исчезаютъ, оставляя на пластинкѣ слѣды своего пути.

Если вмѣсто толстаго стержня, оканчивающагося иглой, будемъ пользоваться тонкимъ стержнемъ, то мы не получимъ свѣтовыхъ шариковъ. Кажется, что явленіе происходитъ такимъ образомъ, что электричество въ видѣ капли жидкости накапливается на остріѣ иглы. Возможно, конечно, что явленіе это совершается другимъ путемъ.

Трудно опредѣлить въ этихъ опытахъ роль броможелатиновой фотографической пластинки. Наличность ея облегчаетъ результаты опыта, но необходима ли она? Нѣкоторые физики утверждаютъ, что они получали электричество въ видѣ шара при помощи простыхъ стеклянныхъ или слюдяныхъ пластинокъ. Мнѣ, однако, не удавалось добыть его такимъ образомъ.

Какъ бы то ни было, свѣтovyя сферы, образованныя указанными нами способами, обладаютъ весьма простыми свойствами и особенно громадной устойчивостью. Можно ихъ касаться и перемѣщать съ одного мѣста на другое при

помощи металлической пластинки, безъ того, чтобы ихъ разрядить ¹⁾).

Магнитное поле слабой интенсивности, которымъ я пользовался, не дѣйствуетъ на эти шарикки. Если послѣдніе образованы изъ сгущенныхъ іоновъ, то іоны эти особенно расположены въ шарикахъ. Ихъ устойчивость исключительно обязана крайне быстрымъ вихревымъ движеніямъ, напоминающимъ движеніе гироскопа, который, какъ извѣстно, тоже обязанъ своей устойчивостью только своему вращательному движенію.

Въ предыдущихъ опытахъ мы располагали частицы распавшейся матеріи въ различныя геометрическія фигуры, обладающія мгновенной устойчивостью и существующія лишь до тѣхъ поръ, пока продолжаются вызывающія ихъ причины. Можно, однако, сообщить электрической жидкости опредѣленныя формы, которыя она сохраняетъ въ теченіе достаточно долгаго времени. Эта жидкость также въ состояніи принять форму плоскихъ геометрическихъ фигуръ съ опредѣленными контурами.

При анализѣ свойствъ іонизированныхъ газовъ мы называли іонической жидкостью жидкость, образуемую совокупностью іонизированныхъ частицъ. Благодаря своей инерціи, эта жидкость легко принимаетъ форму правильныхъ геометрическихъ фигуръ, обладающихъ опредѣленной устойчивостью.

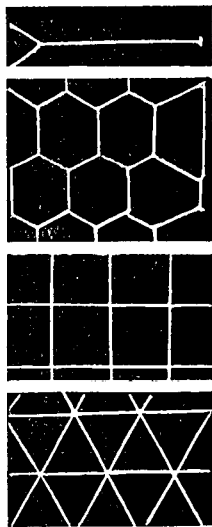
Это легко осуществляется при помощи метода, указанного профессоромъ De Heen'омъ. Квадратную доску изъ канифоли со стороны въ 30—40 сантиметровъ электризуютъ при помощи полюса электрической машины, котораго касается поверхность канифоли. Наэлектризованную поверхность этой доски выставляютъ на нѣсколько секундъ на нѣкоторомъ разстояніи отъ двухъ источниковъ іонизаціи, напримѣръ, между двумя лампочками Бунзена, расположенными на разстояніи 5 или 6 сантиметровъ другъ отъ друга. Выдѣляемые этими источниками іоны приходятъ въ соприкосновеніе съ доской, отталкиваютъ электричество, потомъ останавливаются и образуютъ прямую линію (фиг. 16). Эта невидимая

¹⁾ Согласно заявленію г. Roche въ Comptes Rendus de l'Academie des Sciences отъ 29 августа 1904 г., шаровая молнія, имѣвшая мѣсто въ Autin'ѣ, пробѣжала 500 метровъ, вырвала двери, снесла 3 толстыхъ трубы и сильно повредила зданіе префектуры, слѣженное громоводомъ. Г. Roche дѣлаетъ слѣдующее заключеніе: „Кажется, что громоводъ не дѣйствуетъ на шаровую молнію“. Явленіе это имѣетъ много общаго съ тѣмъ обстоятельствомъ, что шаровое электричество не разрушается отъ соприкосновенія съ металломъ.

линія становится видимой, если обсыпать доску при помощи рѣшета сѣрымъ порошкомъ. Встряхнувъ доску, мы на ней получаемъ только прямую линію, образованную іонической жидкостью. Если вмѣсто двухъ источниковъ свѣта мы возьмемъ нѣсколько источниковъ, образующихъ вершины геометрическихъ фигуръ, мы получимъ на доскѣ различные образы: треугольники, шестиугольники и т. д., причемъ они настолько правильны, какъ будто мы ихъ чертили линейкой, (фиг. 17—19).

Очевидно, что при помощи обыкновеннаго газа мы ничего подобнаго не могли бы производить, ибо вслѣдствіе диффузіи онъ бы разсѣялся въ атмосферѣ и ускользалъ бы отъ доски.

Въ различныхъ опытахъ, раньше перечисленныхъ, мы дематериализировали, особымъ образомъ кристаллизировали эту, повидимому, нематериальную жидкость, состоящую изъ элементовъ, происходящихъ отъ диссоціи матеріи. Можно теперь понять, какимъ образомъ природа смогла при помощи болѣе сложныхъ равновѣсій и особенно при помощи колоссальныхъ силъ создать эти устойчивые элементы, образующіе материальные атомы. Эволюционируя по направленію къ состоянію матеріи, эфиръ долженъ былъ, безъ сомнѣнія, пройти промежуточные фазы равновѣсій, подобныхъ равновѣсіямъ, указаннымъ въ этой главѣ; также онъ проходилъ черезъ различныя формы, исторія которыхъ намъ неизвѣстна.



Фиг. 16—19. Фотографія геометрическихъ фигуръ, получающихся при помощи іонической жидкости, локализованной на камфольной пластинкѣ.

ГЛАВА ШЕСТАЯ.

Какимъ образомъ матерія, несмотря на свою устойчивость, можетъ распасться?

§ 1. Причины, способныя видоизмѣнить молекулярныя и атомныя соединенія.

Первое возраженіе, которое приходитъ въ голову химику, когда ему предлагаютъ теорію диссоціи матеріи, сводится къ слѣдующему:

Какимъ образомъ устойчивые атомы, противоѣдѣствующіе сильнымъ химическимъ реакціямъ, такъ какъ всѣхъ ихъ всегда остается неизмѣннымъ, могутъ распадаться безпричинно или подѣ влияніемъ очень слабыхъ факторовъ, какъ напримѣръ, лучъ свѣта, едва дѣйствующій на термометръ.

Наше утверждѣніе, что матерія, громадный источникъ энергіи, защищаетъ только то, что намъ не нужно искать во-внѣ источника энергіи, освобождающейся во время диссоціаціи; но оно вовсе не объясняетъ, какимъ образомъ интра-атомная энергія, сгущенная въ очень устойчивой формѣ, можетъ оставлять связывающіе ее центры. Теорія интра-атомной энергіи не разрѣшаетъ, такимъ образомъ, поставленнаго вопроса. Она не въ состояніи объяснить, какимъ образомъ атомъ, повидимому, самый устойчивый элементъ міра, можетъ въ опредѣленныхъ условіяхъ стать неустойчивымъ и окончательно распасться.

Если мы пожелаемъ разрѣшить эту задачу, мы должны различными примѣрами сперва показать, что для того, чтобы производить въ матеріи глубокія перемѣны ея равновѣсія, мы должны придавать значеніе не величинѣ дѣйствующей силы, а ея качеству. Каждое равновѣсіе матеріи чувствительно къ дѣйствію опредѣленнаго фактора. Для производства опредѣленнаго дѣйствія мы и должны искать соотвѣтствующаго фактора. Когда этотъ факторъ найденъ, мы легко убѣждаемся, что очень слабыя причины способны вызывать перемѣны равновѣсій атомовъ и производить дѣйствія, далеко превосходящія эти причины. Точно такъ же дѣйствуетъ искра на пороховъ.

Хорошо извѣстная аналогія изъ акустики легко поясняетъ разницу, съ точки зрѣнія произведенныхъ дѣйствій, между величиной и качествомъ вызывающей ихъ причины. Самый сильный раскатъ грома, самый рѣзкій взрывъ не въ состояніи привести въ дрожаніе камертонъ, въ то время, какъ очень слабый, но опредѣленнаго періода звукъ, приводитъ его въ дрожаніе. Когда камертонъ приходитъ въ дрожаніе вслѣдствіе того, что въ соотвѣствіи съ нимъ былъ произведенъ звукъ, который онъ въ состояніи передать, то, говорить, что онъ звучитъ черезъ резонансъ. Мы знаемъ, какую роль играетъ резонансъ въ акустикѣ и оптикѣ: онъ служитъ для лучшаго объясненія прозрачности и непрозрачности. Онъ и послужитъ вмѣстѣ съ приводимыми нами фактами для объясненія того, что очень слабыя причины могутъ производить въ матеріи громадные перемѣны.

Мы располагаемъ очень ограниченными средствами для изученія измѣненій, происходящихъ внутри тѣлъ, тѣмъ не менѣе мы знаемъ много фактовъ, показывающихъ, что легко глубоко измѣнить молекулярныя и атомныя равновѣсія,

если только мы дѣйствуемъ на нихъ соотвѣтствующими факторами. Ограничусь перечисленіемъ нѣкоторыхъ изъ этихъ фактовъ.

Простой лучъ свѣта, обладающій слабымъ количествомъ энергіи, падая на поверхность селена, сѣрнистаго серебра, окиси мѣди, платиновой черни и т. д., значительно измѣняетъ ихъ электрическое сопротивленіе.

Многія діэлектрическія тѣла становятся отъ электризаціи двупреломляющими. Двупреломляющія при обыкновенной температурѣ становятся отъ нагреванія однопреломляющими. Нѣкоторые сплавы желѣза и никкеля моментально подъ вліяніемъ теплоты приобретаютъ магнитныя свойства и теряютъ ихъ отъ охлажденія. Когда лучъ свѣта проходитъ черезъ прозрачное тѣло, помѣщенное въ магнитномъ полѣ, происходитъ вращеніе плоскости поляризаціи.

Всѣ эти перемѣны въ физическихъ свойствахъ тѣлъ необходимо предполагаютъ перемѣны, происходящія въ молекулярныхъ равновѣсіяхъ. Для порожденія этихъ перемѣнъ достаточно было слабыхъ причинъ, ибо молекулярныя равновѣсія чувствительны къ дѣйствіямъ этихъ причинъ. Болѣе интенсивныя, но менѣе приспособленныя силы, не производили бы никакого дѣйствія. Возьмемъ какую-нибудь соль, напримѣръ, хлористый калий. Мы можемъ толочь его безъ конца, измельчать его самыми могучими машинами, но намъ никогда не удастся такимъ образомъ разъединить молекулы, изъ которыхъ онъ состоитъ. Между тѣмъ, для диссоціаціи его молекулъ, т. е. для разъединенія того, что мы называемъ его іонами, т. е. для полученія частицъ хлорнаго калия, достаточно, согласно современной теоріи электролиза, растворить это тѣло въ жидкости такъ, чтобы растворъ былъ достаточно разбавленнымъ.

Подобныхъ примѣровъ очень много. Чтобы раздвигать молекулы стальной пластинки, ее нужно подвергать громадному механическому давленію; между тѣмъ этого легко достигнуть незначительной затратой теплоты, напримѣръ, достаточно взять пластинку въ руку, и она удлинится. При помощи рычага и зеркала, удобнымъ образомъ расположенныхъ, можно, какъ это показалъ Тиндаль, сдѣлать видимымъ для каждаго удлиненіе пластинки, происходящее отъ соприкосновенія этой пластинки съ рукой. Подобное явленіе наблюдается у воды. Ее очень трудно сжимать самымъ сильнымъ давленіемъ, но она очень легко сжимается вслѣдствіе незначительнаго пониженія ея температуры. Можно еще въ большей степени измѣнить расположеніе молекулъ въ металлѣ, чѣмъ это имѣетъ мѣсто при измѣненіи температуры, ибо молекулы тогда способны къ полному перемѣщенію. Такія преобразованія неспособны производить никакія механическія силы.

Они совершаются моментально, как только приближаемъ къ желѣзу магнитъ; молекулы желѣза непосредственно мѣняютъ тогда свое направленіе.

Высокія температуры, а также высокіе электрическіе потенціалы дали возможность открыть новыя химическія соединенія. Мы потому и полагаемъ, что только при помощи этихъ могучихъ факторовъ намъ удастся вызывать опредѣленные преобразованія. Вѣрно, при помощи этихъ новыхъ средствъ удалось создать безвѣстныя когда-то химическія равновѣсія. Но мы вовсе не нуждаемся въ такихъ гигантскихъ силахъ для измѣненія неустойчивой матеріи. Доказательствомъ тому служить то, что нѣкоторые свѣтовые лучи съ опредѣленной длиной волны мгновенно вызываютъ въ различныхъ тѣлахъ химическія реакціи, порождающія фосфоресценцію, а лучи съ меньшей длиной волны даютъ обратныя реакціи, также мгновенно разрушающія фосфоресценцію. Другое доказательство намъ даютъ волны Герца, образуемая электрическими искрами. Эти волны видоизмѣняютъ молекулярную структуру металлическихъ опилокъ, расположенныхъ на разстояніи 500 километровъ отъ этихъ волнъ. Наконецъ, наше положеніе подтверждается еще тѣмъ, что простое соудство магнита измѣняетъ направленіе молекулъ желѣзнаго бруска, несмотря на то, что между магнитомъ и желѣзомъ находятся другія тѣла.

Подобныя явленія мы замѣчаемъ при диссоціаціи матеріи. Металлы, сильно радиоактивные подъ вліяніемъ свѣтовыхъ лучей опредѣленной длины волны, почти нерадиоактивны, если дѣйствующіе на нихъ лучи обладаютъ незначительно меньшей длиной волны. Волны протекаютъ, какъ будто, въ такой формѣ, въ какой совершается явленіе резонанса. Какъ я это отмѣтилъ выше, можно привести въ дрожаніе камертонъ или даже тяжелый колоколъ, производя около нихъ звуки съ опредѣленнымъ періодомъ колебанія; между тѣмъ, какъ самый сильный шумъ на нихъ не дѣйствуетъ.

Когда мы лучше узнаемъ причины, способныя немного диссоциировать энергію, накопленную на атомѣ, мы навѣрно добьемся болѣе полной диссоціаціи, которой мы будемъ пользоваться для техническихъ нуждъ.

Совокупность приведенныхъ фактовъ подтверждаетъ наше мнѣніе, что для полученія глубокихъ перемѣнъ въ молекулярныхъ равновѣсіяхъ приходится обращать вниманіе не на величину дѣйствующей силы, но на ея качество.

Эти соображенія позволяютъ уяснить себѣ, какимъ образомъ такія устойчивыя строенія, какъ атомъ, разлагаются подъ вліяніемъ незначительныхъ причинъ, напримѣръ, подъ вліяніемъ луча свѣта. Невидимые лучи ультра-фіолетовой

части спектра разлагають атомы бруска стали, на которые не производятъ никакого дѣйствія самые сильные механическіе факторы только потому, что матерія воспріимчива къ дѣйствію этихъ лучей, Элементы сѣтчатой оболочки не поддаются дѣйствію этихъ лучей, вотъ почему глазъ ихъ не воспринимаетъ.

Повторяю, матерія, нечувствительная къ значительнымъ дѣйствіямъ, на нее производимымъ, чувствительна къ очень слабымъ дѣйствіямъ, обладающимъ опредѣленными свойствами. Мы скоро увидимъ, что иногда невѣсомыя вліянія разныхъ субстанцій могутъ глубоко измѣнить равновѣсія другихъ тѣлъ. Они дѣйствуютъ, какъ слабые факторы, приспособленные къ тому, чтобы вызывать перемѣны во внутреннемъ строеніи матеріи.

§ 2. Механизмъ диссоціаціи матеріи.

Согласно современнымъ взглядамъ на устройство атомовъ, каждый изъ нихъ образуетъ нѣчто вродѣ маленькой солнечной системы съ центральной частью, вокругъ которой вертятся съ громадной скоростью тысячи, а иногда и большее количество частицъ. Частицы эти должны, такимъ образомъ, обладать громадной кинетической энергіей. Какъ только приспособленная для этого причина отклоняетъ ихъ отъ ихъ траекторіи, или когда скорость ихъ вращательнаго движенія достигаетъ предѣла, при которомъ вызываемая этими движеніями центробежная сила превосходитъ силу притяженія, удерживающую эти частицы на ихъ орбитѣ; частицы, расположенныя на периферіи, тотчасъ оставляютъ свои траекторіи и движутся по направленію касательной къ этой кривой. Явленіе это сопровождается радиоактивностью. Такова гипотеза, которую пока можно принять.

Когда полагали, какъ это полагаютъ еще и теперь многіе физики, что радиоактивность—исключительное свойство незначительнаго числа тѣлъ, какъ напримѣръ, урана и радія, тогда неустойчивость этихъ тѣлъ приписывали значительному атомному вѣсу этихъ тѣлъ. Это положеніе опровергали мои опыты, показавшіе, что именно металлы, обладающіе слабымъ удѣльнымъ вѣсомъ, становятся, подъ вліяніемъ свѣта, сильно радиоактивными, а наоборотъ, металлы, съ значительнымъ атомнымъ вѣсомъ, напримѣръ, золото, платина, свинецъ, обладаютъ слабой радиоактивностью. Радиоактивность, такимъ образомъ, не зависитъ отъ атомнаго вѣса и вѣроятно обязана, какъ я это скоро объясню, опредѣленнымъ химическимъ реакціямъ безвѣстнаго намъ характера. Два тѣла въ отдѣльности нерадиоактивныя становятся при соединеніи радиоактивными. Ртуть и олово при-

надлежать къ категоріи тѣлъ, которыя слабо диссоціируются подъ вліяніемъ свѣта. Я показала, что ртуть становится сильно радиоактивною, какъ только къ ней присоединяютъ нѣкоторое количество олова.

Предыдущія толкованія—только обрывки объясненія. Намъ неизвѣстенъ механизмъ диссоціи матеріи, но намъ одинаково неизвѣстны основныя причины любого физическаго явленія.

§ 3. Причины, способныя вызвать диссоціацію сильно радиоактивныхъ тѣлъ.

Различныя причины, какъ мы это видѣли, могутъ произвести диссоціацію обыкновенной матеріи. Диссоціація сильно радиоактивныхъ тѣлъ, напримѣръ, радія и торія, какъ будто совершается безъ всякой внѣшней причины. Какъ объяснить это явленіе?

Въ противовѣсъ мнѣніямъ, установившимся въ началѣ изслѣдованій вопроса о радиоактивности, я всегда поддерживалъ взглядъ, что явленія, наблюдаемыя надъ радіемъ, происходятъ отъ опредѣленныхъ химическихъ реакцій, напоминающихъ реакціи, происходящія при фосфоресценціи. Реакціи эти имѣютъ мѣсто между тѣлами, изъ которыхъ одно очень мало въ сравненіи съ другимъ. Мы опубликовали эти соображенія послѣ того, когда мы открыли, что тѣла при такихъ условіяхъ становятся радиоактивными. Соли хинина, напримѣръ, не радиоактивны. Подвергая ихъ гидраціи, мы ихъ дѣлаемъ радиоактивными. Онѣ становятся фосфоресцирующими за все время гидраціи. Ртуть и олово не пріобрѣтаютъ подъ вліяніемъ свѣта радиоактивности, но они становятся сильно радиоактивными, какъ только къ нѣкоторой части ртути прибавить нѣкоторое количество олова. На основаніи этихъ свойствъ намъ удалось цѣлкомъ измѣнить свойства нѣкоторыхъ простыхъ тѣлъ черезъ прибавленіе къ нимъ незначительныхъ дозъ другихъ тѣлъ. Диссоціація матеріи необходимо ведетъ къ перемѣнѣ равновѣсія въ расположеніи элементовъ, образующихъ атомъ. Только переходя къ другимъ формамъ равновѣсія, атомъ теряетъ часть своей энергіи и, слѣдовательно, что-то освобождаетъ.

Происходящія тогда въ атомѣ перемѣны отличаются отъ обычныхъ реакцій тѣмъ, что онѣ внутри-атомныя, между тѣмъ какъ послѣднія, измѣняющія расположеніе атомовъ, суть внѣ-атомныя. Обыкновенная химія въ состояніи измѣнить расположеніе камней, образующихъ химическія строенія. При диссоціаціи атомовъ преобразуются сами элементы, изъ которыхъ состоятъ эти строенія.

Мы не знаемъ процесса атомнаго распада, но очевидно,

что онъ происходитъ при условіяхъ, различныхъ отъ условій, до сихъ поръ изучавшихся въ химіи. Безконечно малы количества матеріи, выступающія на сцену; крайне громадна освобождающаяся при этомъ энергія. Это какъ разъ противоположно тому, что наблюдается при обыкновенныхъ реакціяхъ.

Другое свойство интра-атомныхъ реакцій состоитъ въ томъ, что при нихъ, какъ я уже упомянулъ выше, количество одного тѣла, участвующаго въ реакціи, крайне незначительно въ сравненіи съ количествомъ другого тѣла, участвующаго въ этой же реакціи. Эти особаго рода реакціи, о которыхъ мы еще поговоримъ въ другой главѣ, наблюдаются во время фосфоресценціи.

Чистыя тѣла, напримѣръ, сѣрнистый кальцій, сѣрнистый стронцій, никогда не фосфоресцируютъ. Они становятся фосфоресцирующими только послѣ примѣси къ нимъ въ очень маломъ количествѣ другихъ тѣлъ; они образуютъ тогда очень подвижныя соединенія, способныя разрушаться и очень легко преобразовываться. Явленія эти сопровождаются появленіемъ или исчезновеніемъ фосфоресценціи. Другія опредѣленные реакціи, какъ, напримѣръ, слабая гидрація, могутъ вызвать одновременно фосфоресценцію и радиоактивность.

Приходится признать странную и мало согласную съ наблюденіями въ лабораторіяхъ наличность химическихъ реакцій, продолжающихся почти безконечно. Но въ явленіяхъ фосфоресценціи мы одинаково находимъ реакціи, совершающіяся крайне медленно. Мои опыты надъ невидимой люминисценціей показали, что фосфоресцирующія тѣла способны сохранить въ темнотѣ въ теченіе двухъ лѣтъ послѣ ихъ инсоляціи свойство испускать невидимые лучи, дѣйствующіе на фотографическую пластинку. Разъ химическая реакція способна уничтожить фосфоресценцію, дѣйствующую въ теченіе двухъ лѣтъ, то понятно, что другія реакціи, какъ, напримѣръ, реакціи, вызывающія радиоактивность, могутъ продолжаться въ теченіе еще большаго времени.

Несмотря на то, что громадное количество энергіи, освобождающееся во время диссоціаціи, незначительна, однако, вызываемая диссоціаціей потеря матеріи, такъ какъ въ атомѣ энергія сконцентрирована въ громадныхъ размѣрахъ. Г. Вескетелъ опредѣляетъ продолжительность существованія одного грамма радія въ одинъ миллиардъ лѣтъ. По Кюри—одинъ миллионъ лѣтъ. Болѣе скромный г. Rutheford ограничиваетъ существованіе этого грамма матеріи однимъ тысячелѣтіемъ, а г. Круксъ—нѣсколькими столѣтіями. По мѣрѣ усовершенствованія средствъ наблюденія, уменьшаются приведенныя

цифры, изъ которыхъ первая кажутся баснословными. Г. Heydweiler ¹⁾ непосредственнымъ взвѣшиваніемъ опредѣляетъ, что пять граммовъ радія теряютъ въ теченіе 24 часовъ около 0,02 миллиграмма. При равномерной потерѣ эти пять граммовъ потеряли бы одинъ граммъ своего вѣса въ теченіе ста тридцати семи лѣтъ. Мы такимъ образомъ далеко ушли отъ миллиарда лѣтъ, указанного Becquerel'емъ. Слишкомъ высоки еще, согласно нашимъ опытамъ, цифры, указанныя Heydweiler'омъ. Послѣдній помѣстилъ въ трубку тѣло, надъ которымъ онъ производилъ свои опыты, между тѣмъ наши наблюденія показали намъ, что радиоактивность одного и того же тѣла значительно растетъ, когда тѣло простирается по большой поверхности. Это достигается высушиваніемъ бумаги, черезъ которую процѣживаютъ растворъ этого тѣла. Эти опыты насъ привели къ заключенію, что пять граммовъ радія вѣроятно теряютъ пятую часть своего вѣса въ двадцать лѣтъ и, вѣроятно, граммъ радія существуетъ сто лѣтъ. Число это и дано г. Круксомъ. Фактически, рѣшеніе вопроса дадутъ будущіе опыты.

Принимая цифру Rutheford'a, а именно, полагая, что одинъ граммъ радія существуетъ только тысячу лѣтъ, мы можемъ легко доказать, что если тѣла, обладающія быстрой безпричинной радиоактивностью, какъ, напримѣръ, радій, существовали въ геологическія эпохи, они бы давно разсѣялись и больше не существовали бы. Это обстоятельство поддерживаетъ нашу теорію, что быстрая безпричинная радиоактивность появилась только послѣ того, какъ тѣла вступили въ опредѣленные химическія соединенія, способныя нарушить устойчивость атомовъ. Возможно, что намъ когда-нибудь удастся воспроизводить эти соединенія.

§ 4. Можно ли съ увѣренностью признать существованіе радія?

Продукты, получаемые теперь подъ именемъ радія, не представляютъ собой никоимъ образомъ металловъ, а являются бромистыми или хлористыми соединеніями этого предполагаемаго металла. Я считаю вполне вѣроятнымъ, что если радій существуетъ, и если удастся его изолировать, онъ потеряетъ интересныя свойства, которыми обладаютъ его соединенія. Исходя изъ различныхъ соображеній, я уже давно ²⁾ предсказалъ, что не удастся изолировать

¹⁾ Physikalische Zeitschrift, 15 октября 1902 г.

²⁾ Revue scientifique, 5 мая 1900 г.

радій. Мою гипотезу подтверждает то обстоятельство, что лица, обладающія достаточными количествами этого вещества, ничего не говорят о попытках изолировать радій. Это тѣмъ болѣе удивительно, что сама эта изоляція очень проста. Отдѣленіе барія отъ своихъ солей настолько легко, что металлъ этотъ былъ однимъ изъ первыхъ металловъ, изолированныхъ Даву'емъ.

Приготовление солей радія позволяетъ уяснить себѣ, какимъ образомъ могли образоваться соединенія, сущность которыхъ намъ безвѣстна и которыя порождаютъ радіоактивность.

Извѣстно, какъ были открыты соли радія. Убѣдившись, что опредѣленные урановыя руды дѣйствуютъ больше на электроскопъ, чѣмъ самъ уранъ, г. Curie естественно пытался изолировать вещество, обладающее этой особой активностью.

Такъ какъ единственнымъ удобнымъ средствомъ изслѣдованія является обнаруживаемая электроскопомъ способность этого вещества дѣлать воздухъ въ большей или меньшей степени проводникомъ электричества, то при этихъ изслѣдованіяхъ исключительно пользовались показаніями электроскопа. Они позволяли опредѣлять, въ какихъ частяхъ осадковъ находятся наиболѣе активныя вещества. Растворяя руду въ различныхъ растворахъ и отмѣчая при помощи соответственныхъ реактивовъ продукты, содержащіяся въ этихъ растворахъ, обнаруживаютъ потомъ посредствомъ электроскопа наиболѣе активныя части. Потомъ эти части снова растворяютъ, снова дѣляютъ ихъ по степени ихъ активности, и манипуляціи эти повторяютъ много разъ. Онѣ заканчиваются фракціонированными кристаллизаціями, которыя даютъ, наконецъ, незначительное количество сильно радіоактивной соли. Этому металлу, еще не выдѣленному изъ полученной такимъ образомъ соли, и дали названіе радія.

Химическія свойства солей радія сходны со свойствами, которыми обладаютъ соединенія барія. Помимо радіоактивности, онѣ отличаются только нѣкоторыми спектральными линиями. Предполагаемый атомный вѣсъ радія ничего намъ не говоритъ объ этомъ металлѣ, такъ какъ при опредѣленіи его разные изслѣдователи приходятъ къ различнымъ результатамъ.

Я не утверждаю категорически, но я думаю, что существованіе радія очень сомнительно. Во всякомъ случаѣ, извѣстно то, что его не удалось изолировать. Я охотно допускаю существованіе извѣстнаго намъ соединенія барія, способнаго придать этому металлу радіоактивныя свойства. Хлористый радіоактивный радій игралъ бы тогда по отно-

шенію къ неактивному хлористому барію роль, какую играетъ нечистый, но фосфоресцирующий сѣрнистый барій по отношенію къ чистому и вслѣдствіе этого нефосфоресцирующему сѣрнистому барію.

Достаточно, какъ я это отмѣтилъ выше, нѣкоторой примѣси посторонняго тѣла, чтобы придать нѣкоторымъ сѣрнистымъ соединеніямъ, напримѣръ, сѣрнистому кальцію, сѣрнистому барію или сѣрнистому стронцію удивительное свойство стать фосфоресцирующимъ подѣ влияніемъ свѣта. Эта фосфоресценція, которая вызывается влияніемъ опредѣленныхъ лучей, дѣйствующихъ въ теченіе $\frac{1}{10}$ секунды и которая можетъ исчезнуть подѣ влияніемъ другихъ лучей, дѣйствующихъ столь же короткое время, указываетъ на существованіе химическихъ соединеній, обладающихъ крайнею подвижностью. Фосфоресценція — явленіе, мало останавливающее наше вниманіе, ибо оно намъ давно извѣстно, однако, призадумываясь надѣ этимъ явленіемъ, приходится признать, что явленіе это особаго характера, какъ и радиоактивность, и даже менѣе объяснимо, чѣмъ радиоактивность.

Прибавлю, что при дѣйствіи надѣ мало активными солями радія, т.-е. надѣ солями, смѣшанными съ посторонними тѣлами, роль химическихъ реакцій достаточно ясно опредѣляется. Такъ, напримѣръ, фосфоресценція этихъ тѣлъ теряется отъ теплоты и появляется только спустя нѣсколько дней. Влажность цѣликомъ ее уничтожаетъ.

Идетъ ли рѣчь объ обыкновенной фосфоресценціи или о радиоактивности, онѣ, повидимому, всегда вызываются совершенно безвѣстными намъ химическими реакціями, при которыхъ одно изъ тѣлъ даннаго соединенія находится въ безконечно маломъ количествѣ по отношенію къ другому тѣлу.

Безъ сомнѣнія, законъ постоянныхъ отношеній говорить намъ, что тѣла могутъ соединяться только въ опредѣленныхъ пропорціяхъ. Но законъ этотъ показываетъ только то, что тѣла только тогда образуютъ устойчивыя равновѣсія, которыя химія въ состояніи изучать, когда тѣла эти соединяются въ опредѣленныхъ пропорціяхъ. Возможно, что безконечно число соединеній, которыя могутъ образовывать два или нѣсколько тѣлъ, но такъ какъ эти соединенія неустойчивы, мы только иногда ихъ познаемъ, когда они сопровождаются опредѣленными физическими явленіями. Соединенія, сопровождающіяся радиоактивностью или фосфоресценціей, принадлежатъ, вѣроятно, къ упомянутымъ неустойчивымъ соединеніямъ.

И если всѣ металлы, какъ я это показалъ и какъ это давно признали многіе изслѣдователи, суть безпричинно

радіоактивны и обладают, хотя въ далеко меньшей степени, свойствами солей радія, то это только благодаря тому, что они не чисты. Мнѣ недавно сказалъ одинъ изъ нашихъ знаменитыхъ химиковъ, что такъ называемая въ химіи нечистота играетъ громадную, хотя мало подозрѣваемую роль. Въ настоящее время извѣстны только три или четыре металла, которые можно считать приблизительно чистыми. Обыкновенные металлы обязаны своими свойствами своимъ примѣсямъ.

Обобщая изложенное выше, мы можемъ сказать, что наука теперь находится предъ лицомъ этихъ двухъ хорошо извѣстныхъ фактовъ: 1) опредѣленные частныя соединенія безвѣстной намъ природы, но которыя мы въ состояніи образовывать, приводятъ тѣла въ состояніе, въ которомъ они могутъ диссоціироваться подъ вліяніемъ слабыхъ причинъ, напримѣръ, отъ дѣйствія солнечнаго луча; 2) опредѣленные тѣла, какъ напримѣръ, соли урана, торія и радія, способны къ болѣе сильной безпричинной диссоціаціи.

Откуда происходятъ эти различія? Нельзя ли пополнить высказанную нами гипотезу о спеціальныхъ соединеніяхъ слѣдующими словами: атомы различныхъ тѣлъ, безъ сомнѣнія, образовались въ различные эпохи. На это указываютъ астрономическія наблюденія, о которыхъ будемъ ниже говорить. Они такимъ образомъ имѣютъ различные возрасты. Вѣроятно, что атомы различныхъ тѣлъ уже вошли въ періодъ старости, въ который равновѣсіе ихъ менѣе устойчиво, и они начинаютъ распадаться.

Эта гипотеза позволяетъ уяснить себѣ, почему радіоактивность нѣкоторыхъ тѣлъ появилась только въ доисторическую эпоху нашей планеты. Если бъ эта радіоактивность появилась еще раньше, тѣла, обладающія этимъ свойствомъ, давно бы исчезли, благодаря радіоактивности.

Какъ бы то ни было, первая изъ изложенныхъ теорій сильно помогала мнѣ при моихъ изслѣдованіяхъ. Благодаря ей я открылъ радіоактивность, сопровождающую нѣкоторыя химическія реакціи, а также соединенія, способныя въ сильной степени увеличить диссоціацію тѣлъ подъ вліяніемъ свѣта и измѣнить кореннымъ образомъ свойства опредѣленныхъ простыхъ тѣлъ.

КНИГА ПЯТАЯ.

Промежуточный міръ между матеріей и эфиромъ.

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

Свойства субстанцій, промежуточныхъ между матеріей и эфиромъ.

Всѣ изученные нами продукты диссоціаціи матеріи имѣютъ свойства, промежуточные между свойствами матеріи и свойствами эфира. Они иногда обладаютъ матеріальными свойствами. Такъ, эманация торія и радія можетъ сгущаться, подобно пару. Ее можно заключить въ трубку. Продукты эти обладаютъ и нематеріальными свойствами, какъ эманация, которая въ опредѣленныхъ фазисахъ своей эволюціи разсѣивается, превращаясь въ электрическія частицы. Мы имѣемъ здѣсь дѣло съ превращеніемъ матеріальнаго тѣла въ нематеріальное, но можно пойти еще дальше.

Каковы особенности, позволяющія утверждать, что какая-нибудь субстанція больше уже нематеріальна, но еще не превратилась въ эфиръ, т.-е., что она нѣчто промежуточное между матеріей и эфиромъ? Мы только тогда утверждаемъ, что тѣло потеряло свои матеріальныя свойства, когда мы видимъ, что оно потеряло одно изъ неотъемлемыхъ своихъ свойствъ, т.-е. такія свойства, которыхъ его нельзя лишить никакимъ средствомъ.

Мы ужъ видѣли, что немногочисленны неуничтожаемыя свойства матеріи. До сихъ поръ мы знаемъ только одно такое свойство. Всѣ обыкновенныя свойства матеріи, твердость, форма, цвѣтъ и т. д., могутъ исчезать. Брусокъ стали можно при помощи теплоты превратить въ паръ. Только масса тѣла, измѣряемая вѣсомъ, остается неизмѣнной при всѣхъ измѣненіяхъ тѣла. Она позволяетъ обнаруживать тѣло и слѣдить

за всѣми его перемѣнами, несмотря на ихъ частую повторяемость. На этой неуничтожаемости массы тѣль построена химія и механика.

Масса, какъ извѣстно, является мѣрой инерціи, т.-е. способности матеріи противиться движенію или перемѣнамъ движенія. Величина ея можетъ быть выражена вѣсомъ. Она неизмѣнна для даннаго тѣла, независимо отъ условій, въ которыхъ тѣло находится. Слѣдовательно, субстанція, массу которой мы можемъ какимъ-нибудь образомъ видоизмѣнить, необходимо отличается отъ матеріи.

Но именно эту измѣняемость массы мы и наблюдаемъ у электрическихъ частицъ, выдѣляемыхъ радіоактивными тѣлами во время ихъ распада. Измѣняемость этого основного свойства тѣль даетъ намъ право утверждать, что элементы, происходящіе отъ диссоціаціи, которые, между прочимъ, сильно отличаются своими общими свойствами отъ матеріальныхъ тѣль, образуютъ субстанцію промежуточную между матеріей и эфиромъ.

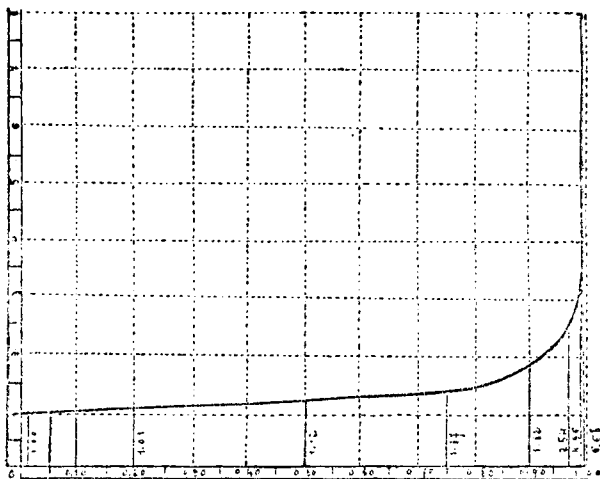
Еще до современныхъ теорій о строеніи электрической жидкости, которая, какъ теперь допускаютъ, образована соединеніемъ атомныхъ частицъ, называемыхъ электронами, было извѣстно, что эта жидкость обладает инерціей, т.-е. способностью противодѣйствовать движенію или перемѣнѣ движенія. Только въ послѣднее время начинаютъ измѣрять величину этой инерціи. Разряды лейденскихъ банокъ впервые обнаружили инертность жидкости. Эти колебательные разряды похожи на колебанія, которыя принимаетъ вслѣдствіе инерціи жидкость, налитая въ U-образную трубку, прежде чѣмъ эта жидкость достигаетъ своего равновѣсія. Въ силу инерціи происходят и явленія самоиндукціи.

Пока мы не умѣли измѣрять инерцію электрическихъ частицъ, мы имѣли право ее приравнивать къ матеріальной жидкости. Сила магнитнаго поля, необходимая для отклоненія этихъ частицъ отъ ихъ траекторій, дала возможность опредѣлить ихъ скорость, а отсюда массу этихъ частицъ. Эти вычисленія показали, что масса частицъ мѣняется съ измѣненіемъ ихъ скорости.

Первыми опытами въ этой области мы обязаны Kaufmann'у и Abraham'у. Они замѣтили отклоненіе на фотографической пластинкѣ, подѣ влияніемъ наложенныхъ другъ на друга магнитнаго и электрическаго полей, частицъ β , выдѣляемыхъ радіоактивнымъ тѣломъ. Обладая различными скоростями, частицы эти, какъ мы это ужъ замѣтили, различно отклоняются. Въмѣсто точки онѣ чертятъ на фотографической пластинкѣ кривую, координаты которой можно измѣрять. Изученіе этой кривой показало, что отношеніе e , электрическаго заряда радіоактивной частицы, къ m , массѣ

этой частицы, измѣняется въ зависимости отъ скорости движенія этой частицы. Такъ какъ недопустимо, чтобы въ этомъ отношеніи мѣнялось e , то естественно, что измѣненіямъ подвергается m .

Измѣненіе вмѣстѣ со скоростью массы частицъ согласуется, между прочимъ, съ электромагнитной теоріей свѣта. На это указали различные авторы. Среди нихъ Larmor. Эта измѣняемость массъ достаточна для того, чтобы показать, что субстанции, обладающія такой особенностью, нематеріальны. Вотъ почему Kaufmann выводитъ изъ своихъ на-



Фиг. 20. Кривая, представляющая одно изъ основныхъ свойствъ субстанцій, промежуточныхъ между вѣсомой матеріей и невѣсомымъ эфиромъ. Ихъ масса, въ противоположность массѣ матеріи, измѣняется со скоростью.

блюденій, что электронъ, изъ котораго состоятъ опредѣленные радиоактивные выдѣленія, „ничто иное, какъ электрическій зарядъ, распредѣленный въ очень маленькомъ объемѣ или на очень ограниченномъ пространствѣ“.

Выражая кривой уравненіе Abraham'a, мы ясно видимъ, какъ измѣняется масса диссоціированной матеріи въ зависимости отъ скорости. Вначалѣ она постоянна даже для очень большихъ скоростей, потомъ она быстро растетъ и

стремится къ безконечности, когда скорость приближается къ скорости свѣта ¹).

Пока масса не достигаетъ $\frac{1}{5}$ скорости свѣта, т.-е. не превосходитъ 60.000 кил. въ секунду, величина ея, выраженная въ началѣ 1, остается почти постоянной (1,012). Когда скорость равняется половинѣ скорости свѣта, т. е. 150.000 километровъ въ секунду, масса возрастаетъ только на одну десятую (1,119). Увеличеніе массы еще очень слабо при скорости, равной $\frac{3}{4}$ скорости свѣта (1,369). Когда скорость равняется $\frac{9}{10}$ скорости свѣта, масса еще не удвоилась (1,82), но когда скорость равняется 0,999 скорости свѣта, масса ушестерилась (6,678).

Мы уже почти дошли до скорости свѣта, а масса только ушестерилась. Но съ этого пункта цифры, выведенныя изъ уравненія, особенно увеличиваются. Для того, чтобы масса электрическаго атома увеличилась въ 20 разъ, достаточно, чтобы скорость его отличалась отъ скорости свѣта только на нѣкоторую часть миллиметра. Чтобы масса его увеличилась въ 100 разъ, скорость его должна отличаться отъ скорости свѣта не болѣе, чѣмъ на долю миллиметра, выражаемую 58 цифрами. Если бъ скорость электрическаго атома

1) Мах Abraham далъ слѣдующее уравненіе для выраженія этихъ измѣненій: $\mu = \mu_0 \frac{3}{4} \psi(\beta)$, гдѣ μ_0 выражаетъ значеніе электрической массы при незначительныхъ скоростяхъ, $\beta = \frac{q}{c}$, это отношеніе скорости q этой массы къ скорости c свѣта, и

$$\psi(\beta) = \frac{1}{\beta^2} \left[\frac{1 + \beta^2}{2\beta} \log \frac{1 + \beta}{1 - \beta} - 1 \right]$$

Чтобы графически изобразить измѣненіе массы въ функціи отъ скорости, я представилъ предыдущее уравненіе въ формѣ, при которой отношеніе $\frac{\mu}{\mu_0} = y$ является въ видѣ явной функціи отношенія $\beta = \frac{q}{c}$. Я взялъ абсциссами значенія отношенія $\beta = x$ и ординатами значенія отношенія $\frac{\mu}{\mu_0} = y$.

Уравненіе кривой принимаетъ тогда видъ:

$$y = \frac{3}{4x^2} \left[\frac{1 + x^2}{2x} \log \frac{1 + x}{1 - x} - 1 \right]$$

Горизонталь $y = 1$ соотвѣтствуетъ $\frac{\mu}{\mu_0} = 1$. Она представляетъ постоянную величину механической массы. Для болѣе удобнаго вычерчиванія кривой, я взялъ для ординатъ масштабъ въ 10 разъ больше масштаба абсциссъ. Вслѣдствіе значительнаго уменьшенія кривой, обусловленнаго размѣрами этой книги, числа трудно читаются. Числа, выражающія измѣненія массы въ функціи отъ скорости, вычислены съ 8 десятичными знаками. Самые важныя приведены въ подлинникѣ.

достигла скорости свѣта, то теоретически масса его равнялась бы бесконечности.

Послѣдніе результаты нельзя провѣрить никакими опытами. Не слѣдуетъ, однако, считать абсурднымъ существованіе такого тѣла, масса котораго растетъ въ громаднѣхъ пропорціяхъ, когда его громадная скорость измѣняется только на незначительныя доли миллиметра. Значительное увеличеніе слѣдствія при очень слабомъ измѣненіи причинъ наблюдается во многихъ законахъ физики, выражаемыхъ ассимптотными кривыми. Примѣромъ этого служить громадное измѣненіе величины изображенія предмета при незначительномъ перемѣщеніи самаго предмета, когда послѣдній находится очень близко отъ главнаго фокуса чечевицы. Предположимъ, что предметъ находится на разстояніи $\frac{1}{10}$ миллиметра отъ фокуса чечевицы съ фокуснымъ разстояніемъ въ 10 сантиметровъ. Общее уравненіе чечевицы показываетъ намъ, что образъ предмета увеличивается въ 1000 разъ. При приближеніи предмета на $\frac{1}{100}$ миллиметра, его изображеніе теоретически увеличивается въ сто тысячъ разъ. Когда тѣло помѣщено въ главномъ фокусѣ чечевицы, его изображеніе теоретически бесконечно. Всегда, когда физическіе законы изображаются кривыми, похожими на предыдущую кривую, малѣйшее измѣненіе перемѣннаго въ соотвѣствіи съ предѣломъ влечетъ за собой крайне значительныя измѣненія функціи.

Замѣчу мимоходомъ (замѣчаніе это пригодно для объясненія историческихъ событій), что не только физическія явленія, но и многія социальныя явленія могутъ быть представлены кривыми, обладающими только что отмѣченными свойствами, а именно: незначительныя измѣненія причины даютъ громадныя послѣдствія. Это сводится къ тому, что когда какая-нибудь причина дѣйствуетъ долго въ одномъ направленіи, ея послѣдствія растутъ въ геометрической прогрессіи, тогда какъ сама причина измѣняется въ арифметической прогрессіи. Причины—логарифмы слѣдствій.

Оставляя въ сторонѣ теоретическія соображенія и возвращаясь къ даннымъ опыта, мы можемъ высказать слѣдующее: частицы, происходящія отъ диссоціаціи матеріи, обладаютъ свойствомъ, близкимъ къ свойству инерціи. Въ этомъ отношеніи онѣ приближаются къ матеріи. Но инерція эта не—постоянная величина. Она измѣняется со скоростью и этимъ частицы диссоциированной матеріи ясно отличаются отъ матеріальныхъ атомовъ. Представляя только опредѣленный фазисъ дематеріализаціи матеріи, частицы эти могутъ сохранить только часть свойствъ матеріи.

Мы увидимъ въ другой главѣ, что электрическая жид-

кость тоже обладает свойствами, промежуточными между свойствами матеріи и свойствами эфира.

Нѣкоторые физики полагали, между прочимъ не подтверждая этого никакими доказательствами, что матерія обязана своей инерціей электрическимъ частицамъ, ее составляющимъ. Вслѣдствіе этого они допускали, что инерція матеріальныхъ тѣлъ цѣликомъ электро-магнитнаго происхожденія. Ничто не говоритъ въ пользу того, что можно отождествить инерцію матеріи съ инерціей частицъ диссоціированной матеріи. Масса этихъ частицъ, на самомъ дѣлѣ, только кажущаяся масса, просто вытекающая изъ наэлектризованнаго состоянія движущагося тѣла. Онѣ, повидимому, имѣютъ продольную массу (масса, измѣряющая противодействие ускоренію по направленію къ движенію), отличающуюся отъ поперечной массы (масса перпендикулярная къ движенію). Во всякомъ случаѣ, ясно, что свойства элемента диссоціированной матеріи значительно отличаются отъ свойствъ матеріальнаго атома.

Изъ чего же состоятъ эти, по предположенію, электрическіе атомы, выдѣляемые всѣми тѣлами во время ихъ диссоціаціи?

Отвѣтъ на этотъ вопросъ откроетъ сущность искомымъ субстанцій, соединяющихъ вѣсомый и невѣсомый міры. При современномъ состояніи науки трудно опредѣлить, что такое такъ называемая электрическая частица, тѣмъ не менѣе можно по этому поводу высказать слѣдующее:

Субстанціи, ни твердыя, ни жидкія, ни газообразныя, проникающія черезъ препятствія и имѣющія съ матеріей только то общее, что онѣ обладаютъ инерціей, при чемъ инерціей, мѣняющейся со скоростью, ясно отличаются отъ матеріи; онѣ также отличаются отъ эфира, свойствами котораго онѣ не обладаютъ.

Такимъ образомъ, потоки частицъ, выдѣляемыхъ произвольно радиоактивными тѣлами или тѣлами, способными стать радиоактивными подѣ влияніемъ многихъ перечисленныхъ нами причинъ, образуютъ связь между матеріей и эфиромъ.

Такъ какъ мы знаемъ, что потоки эти не могутъ образоваться безъ окончательной потери матеріи, мы имѣемъ основаніе утверждать, что диссоціація матеріи осуществляетъ неоспоримымъ образомъ превращеніе вѣсимаго въ невѣсомое.

Это превращеніе, идущее въ разрѣзъ со всѣми идеями, завѣщанными намъ наукой, одно изъ самыхъ частыхъ явленій природы. Оно ежедневно совершается на нашихъ глазахъ. Его когда-то не замѣчали, такъ какъ не обладали реактивомъ для его обнаруженія.

ГЛАВА ВТОРАЯ.

Электричество, рассматриваемое как полуматериальная субстанция, порождаемая дематериализацией материи.

§ 1. Радиоактивные и электрические явления.

Продолжая наши изслѣдованія явленій диссоціаціи матеріи, мы постепенно данными опыта приходили къ признанію того, что электричество, начало котораго было совсѣмъ неизвѣстно, одинъ изъ самыхъ важныхъ продуктовъ диссоціаціи матеріи. На него, такимъ образомъ, можно смотрѣть, какъ на проявленіе интра-атомной энергіи, освобождающейся во время диссоціаціи атомовъ.

Мы видѣли въ предыдущей главѣ, что частицы, происходящія отъ радиоактивныхъ тѣлъ, образуютъ субстанцію матеріальнаго происхожденія, но обладающую свойствами, промежуточными между матеріей и эфиромъ. Мы теперь увидимъ, что продукты диссоціаціи матеріи одинаковы съ продуктами, выдѣляемыми въ нашихъ лабораторіяхъ электрическими машинами. Установивъ это обобщеніе, мы приходимъ къ заключенію, что всѣ формы, въ которыхъ проявляется электричество, представляютъ собою вѣроятную связь между матеріей и эфиромъ.

Мы знаемъ, что продукты диссоціаціи всѣхъ тѣлъ одинаковы. Они отличаются только своей различной способностью проникать черезъ тѣла, которая зависитъ отъ ихъ различныхъ скоростей. Мы констатировали, что эти продукты состоятъ изъ: 1) положительныхъ іоновъ, имѣющихъ значительный объемъ при всѣхъ давленіяхъ и содержащихъ всегда матеріальные элементы; 2) изъ отрицательныхъ іоновъ, образованныхъ изъ электрическихъ атомовъ, такъ называемыхъ электроновъ, которые могутъ окружить себя въ атмосферѣ нейтральными матеріальными частицами; 3) изъ электроновъ, освобождаемыхъ всякими матеріальными элементами и образующихъ свои удары при достаточной скорости своего движенія X-лучи.

Эти различные элементы порождаются всѣми диссоциирующимися тѣлами и, особенно, произвольно радиоактивными тѣлами. Мы ихъ обнаруживаемъ съ ихъ одинаковыми свойствами въ продуктахъ, снабжаемыхъ трубками Крукса, т. е. въ трубкахъ, въ которыхъ по образованіи въ нихъ пустоты, мы производимъ электрическіе разряды. Единственная разница между дѣйствующей трубкой Крукса и безпричинно диссоциирующимся тѣломъ это то, что, какъ мы уже это знаемъ, въ то время, какъ послѣднее производитъ

произвольно, т. е. подъ дѣйствіемъ безвѣстныхъ намъ причинъ, продукты диссоціаціи, первое вырабатываетъ ихъ подъ вліяніемъ электрическихъ разрядовъ.

Такимъ образомъ, всѣ проявленія электричества всегда продукты диссоціаціи матеріи, независимо отъ способа, употребляемаго для этой диссоціаціи. Этотъ фактъ опыта насъ побудилъ изслѣдовать вопросъ о томъ, не является ли электричество вообще, каковъ бы ни былъ его источникъ, на-примѣръ, электростатическая машина, только одной изъ формъ диссоціаціи матеріи.

Аналогія между трубкой Крукса и радиоактивнымъ тѣломъ стала до того ясной, что никто ея теперь не оспариваетъ. Однако, не такъ легко установить аналогію между явленіями, происходящими въ той же трубкѣ, и разрядами въ атмосферѣ при обыкновенномъ давленіи. Но эти явленія тождественны. Они только отличаются своей формой. Мы это сейчасъ докажемъ.

Когда два металлическихъ стержня, соединенные съ полюсами электрическаго генератора, находятся на небольшомъ разстояніи другъ отъ друга, обѣ противоположнаго названія электрическія жидкости, которыми стержни заряжены, стремятся въ силу своихъ притяженій соединиться. Какъ только электрическое напряженіе становится достаточнымъ, чтобъ преодолѣть сопротивленіе воздуха, онѣ рѣзко сливаются, производя шумящія искры.

Воздухъ, въ силу своихъ изолирующихъ свойствъ, представляетъ громадное сопротивленіе прохождению электричества. При удаленіи этого препятствія, на-примѣръ, когда упомянутые электроды вводятся въ трубку, откуда выкачанъ воздухъ, явленія происходятъ совершенно иначе. Фактически въ трубкѣ ничто не создается. Обнаруживаемые въ ней іоны и электроны уже давно обрѣтались въ электричествѣ, введенномъ въ трубку. Самое большее, въ трубкѣ могли образоваться новые электроны, вслѣдствіе ударовъ электроновъ электрическаго источника о частицы разряженнаго воздуха, который еще содержится въ трубкѣ.

Дѣйствія, произведенныя въ пустой трубкѣ разрядомъ, потому отличаются отъ дѣйствія, произведеннаго тѣмъ же разрядомъ въ трубкѣ, полной воздухомъ, потому что въ пустотѣ частицы воздуха не мѣшаютъ движенію электрическихъ частицъ. Только въ пустотѣ электроны могутъ приобрести скорость, необходимую для образованія Х-лучей при столкновеніи со стѣнками трубки.

Во всякомъ случаѣ, повторяю, іоны и электроны не образуются въ пустой трубкѣ. Они приносятся извнѣ. Это-элементы, выработанные электрическимъ генераторомъ. Не

въ трубкѣ Крукса диссоціируется матерія, она туда входитъ уже диссоціированной.

Если это, на самомъ дѣлѣ, такъ происходитъ, то мы должны находить въ электрическихъ разрядахъ, произведенныхъ въ воздухѣ электрической машиной, различные элементы,—іоны и электроны, существованіе которыхъ мы обнаружили въ приборѣ Крукса, и которые, какъ намъ извѣстно, порождаются также радіоактивными тѣлами.

Изслѣдуемъ, такимъ образомъ, электричество, вырабатываемое маленькими электростатическими машинами нашихъ лабораторій. Возьмемъ самый простой типъ электрическихъ генераторовъ—стеклянную или смоляную палку, которая треніемъ даетъ электричество разностью потенциаловъ отъ 2 до 3.000 вольтъ. Для многихъ опытовъ генераторъ этотъ неудобенъ. Большинство электрическихъ машинъ, употребляющихся въ лабораторіяхъ, отличаются, между прочимъ, отъ этого элементарнаго аппарата только большей поверхностью тренія и тѣмъ, что при помощи различныхъ приспособленій можно отдѣльно собирать на полюсахъ положительное и отрицательное электричество.

Съ точки зрѣнія интересующаго насъ вопроса электростатическая машина, между прочимъ, обладаетъ громаднымъ преимуществомъ. Хотя количество вырабатываемаго ею электричества очень слабо, но напряженность этого электричества очень высокая, достигающая иногда 50000 вольтъ.

Это именно обстоятельство позволяетъ намъ провести прямую аналогію между электрическими частицами, выбрасываемыми изолированными полюсами электростатической машины и частицами, выдѣляемыми радіоактивными тѣлами. Электричество, вырабатываемое гальваническими элементами, очевидно тождественно съ электричествомъ, получаемымъ при помощи электростатическихъ машинъ. Но такъ какъ первое обладаетъ напряженностью только въ нѣсколько вольтъ, оно не въ состояніи производить такія же дѣйствія метанія, какія производитъ послѣднее.

Вѣроятно также и то, что треніе, на которомъ основано дѣйствіе старыхъ электростатическихъ машинъ, образуетъ средство диссоціаціи атома и выводитъ, такимъ образомъ, наружу интра-атомную энергію. Послѣдняя, безъ сомнѣнія, не участвуетъ въ молекулярной диссоціаціи составныхъ тѣлъ, на которыхъ основаны гальваническіе элементы. Элементы эти, вѣроятно, поэтому и даютъ огромное количество электричества, но имѣющаго очень слабую напряженность, не превосходящую 2 вольтъ для лучшихъ элементовъ.

Еслибъ электростатическая машина имѣла бы такую силу тока, какой обладаетъ обыкновенный маленький элементъ, то она была бы на рѣдкость мощнымъ факторомъ, способнымъ

производить громадную техническую работу. Предположимъ, что электрическая машина, приводимая въ движеніе рукой и дающая электричество разности потенціаловъ въ 50000 вольтъ, имѣетъ только токъ въ два ампера, т.е. силу тока самаго скромнаго гальваническаго элемента. Работа этой машины равнялась бы 100000 уаттовъ, приблизительно 136 паровыхъ силъ въ секунду.

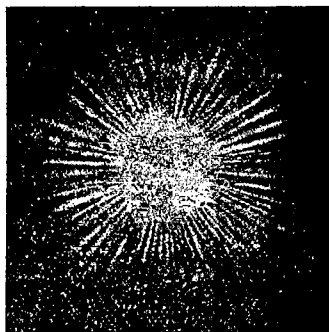
Принимая, что диссоціація незначительнаго количества матеріи освобождаетъ много энергій, мы можемъ надѣяться, что въ будущемъ удастся изобрѣсть такую машину, которая будетъ въ состояніи давать работу, далеко превосходящую работу, необходимую для приведенія ея въ дѣйствіе. Задача эта казалась абсурдной лѣтъ двѣнадцать тому назадъ. Для ея разрѣшенія достаточно привести матерію въ состояніе, при которомъ она легко диссоциируется, но мы увидимъ, что простой лучъ свѣта—активный факторъ диссоціаціи. Вѣроятно, будетъ найдено много такихъ факторовъ.

Исслѣдуемъ теперь нашу дѣйствующую электрическую машину и будемъ искать выделяемыхъ ею элементовъ:

Когда конечные стержни, образующіе полюсы, сильно отодвинуты другъ отъ друга, мы замѣчаемъ на ихъ концахъ снопы маленькихъ искръ, называемыхъ султанами (фиг. 21 и 22). Они вспыхиваютъ съ характернымъ шумомъ. Въ производствѣ этихъ элементовъ участвуетъ основное явленіе. При изслѣдованіи ихъ состава мы обнаруживаемъ продукты, выделяемые радиоактивными тѣлами, приборомъ Крукса и электрическими машинами.

Дѣйствія, которыя производятъ элементы, выделяемые полюсами, зависятъ отъ способа расположенія этихъ полюсовъ. Это очень важно помнить съ самаго начала.

Соединяя оба полюса проволокой любой длины, вводя въ цѣпь гальванометръ, мы по отклоненію стрѣлки послѣдняго, обнаруживаемъ спокойное и невидимое теченіе въ цѣпи такъ называемаго электрическаго тока. Онъ тождественъ съ токомъ, который проходитъ по нашимъ телеграфнымъ проволокамъ, и образованъ изъ электрической жидкости, состоящей, согласно современнымъ понятіямъ, изъ электрическихъ частицъ, называемыхъ электронами, которые постоянно вырабатываются машиной.

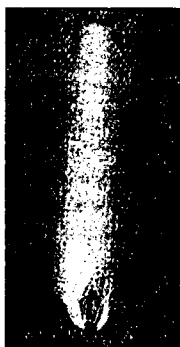


Фиг. 21. Видъ въ проэкціи радіацій электрическихъ частицъ одного полюса (мгновенная фотографія)

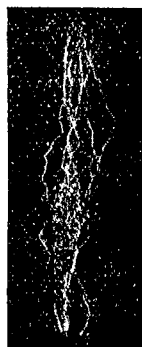
Вмѣсто того, чтобы соединить проволокой полюсы, приблизимъ ихъ другъ къ другу, оставляя однако между ними опредѣленное разстояніе. Электрическіе элементы противоположныхъ названій тогда притягиваются. Султаны, о которыхъ мы уже говорили, значительно удлиняются. Даже при производствѣ опыта съ маленькой машиной эти султаны образуютъ въ темнотѣ облако свѣтящихся частицъ, соединяющихъ оба полюса (фиг. 23).



Фиг. 22.



Фиг. 23.



Фиг. 24.

Фиг. 22. Фотографія султановъ, произведенныхъ электрическими частицами, выдѣляемыми полюсомъ электростатической машины.

Фиг. 23. Притягивающіяся положительныя и отрицательныя электрическія частицы, образуемыя на обоихъ полюсахъ.

Фиг. 24. Концентрація электрическихъ частицъ въ незначительномъ числѣ линий, отчего происходитъ разрядъ въ видѣ искръ.

При приближеніи полюсовъ или при увеличеніи электрическаго напряженія при помощи конденсатора, притяженія электрическихъ частицъ противоположнаго названія становятся болѣе энергичными. Эти частицы сконцентрируются тогда на очень незначительномъ числѣ линий или на одной линіи. Соединеніе обѣихъ электрическихъ жидкостей происходитъ въ видѣ прямыхъ, шумящихъ и свѣтлыхъ искръ (фиг. 24). Мы имѣемъ здѣсь дѣло съ одними и тѣми же элементами, ибо мы измѣнили здѣсь только два фактора,—разстояніе и напряженіе.

Описанныя нами различныя явленія сильно отличаются отъ явленій, наблюдаемыхъ, когда электрическій разрядъ совершается въ шарѣ съ болѣе или менѣе разрѣженнымъ воздухомъ. Отсутствие воздуха обуславливаетъ эти различія, но воздухъ не производитъ никакого дѣйствія на электрическіе элементы, выдѣляемые электрическими генераторами. Изъ чего состоятъ эти элементы?

§ 2.—*Составъ и свойства элементовъ, выделяемыхъ полюсами электрической машины.*

Ихъ аналогія съ выделениями радиоактивныхъ тѣлъ.

Для анализа этихъ элементовъ ихъ нужно изслѣдовать до соединенія электрическихъ частицъ, т.-е. когда полюсы цѣлкомъ раздвинуты и когда они производятъ указанные выше султаны.

Мы открываемъ въ нихъ основныя свойства выделеній радиоактивныхъ тѣлъ, особенно свойство дѣлать воздухъ проводникомъ электричества и отклоняться въ магнитномъ полѣ. Положительный полюсъ машины даетъ положительные іоны. Отрицательный полюсъ машины даетъ чисто электрическіе атомы опредѣленной величины, называемые электронами. Въ противоположность тому, что происходитъ въ пустотѣ, электроны эти непосредственно становятся центрами притяженія газовыхъ частицъ и превращаются въ отрицательные іоны, тождественные съ іонами, получающимися при іонизаціи газа и при всѣхъ другихъ формахъ іонизаціи.

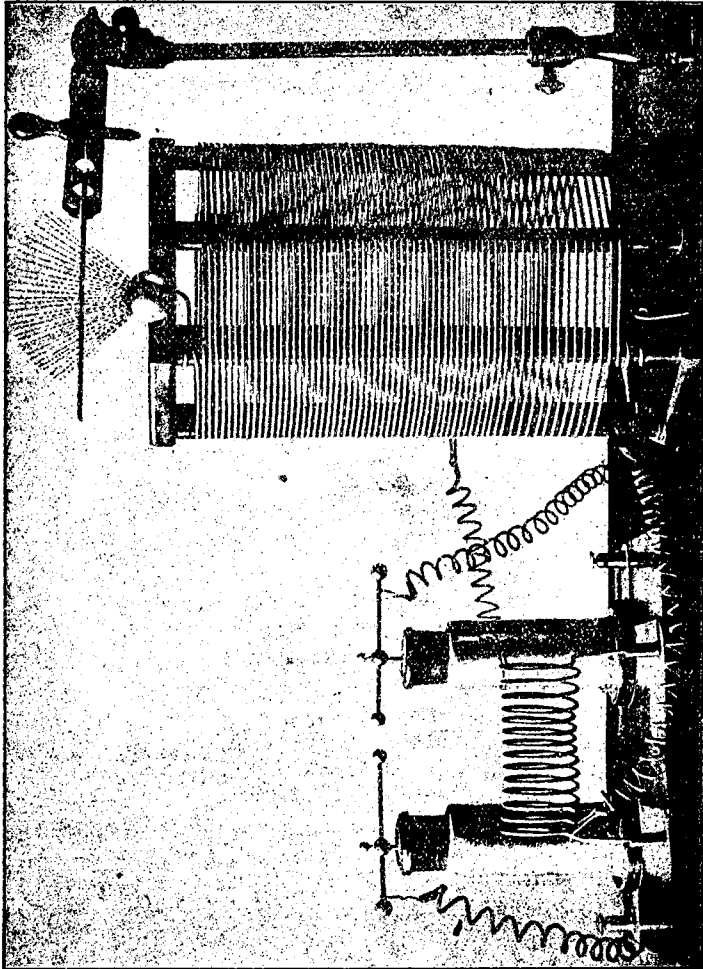
Выдѣленіе іоновъ сопровождается вторичными явленіями, теплотой, свѣтомъ и т. д. Ниже мы ихъ изслѣдуемъ. Оно также сопровождается выбрасываніемъ пыли, оторванной отъ металла полюсовъ, достигающей по J. J. Thomson'у скорости въ 1.800 метровъ въ секунду, т.-е. почти двойной скорости пушечнаго ядра.

Скорость движенія іоновъ, совокупность которыхъ образуетъ султаны полюсовъ электростатической машины, естественно зависить отъ электрическаго напряженія. Доводя послѣднее при помощи резонатора большой частоты до нѣсколькихъ тысячъ вольтъ, я достигъ того, что электрическія частицы султановъ видимо проходили безъ всякаго отклоненія черезъ (фиг. 25 и 26), пластинки изоляторовъ толщиной въ $\frac{1}{2}$ миллиметра. Этотъ опытъ я прежде произвелъ вмѣстѣ съ докторомъ Oudin'омъ. Я его опубликовалъ, подкрѣпляя его фотографическими снимками. Въ отдѣлѣ настоящаго труда, посвященномъ опытамъ, читатель найдетъ техническія указанія, необходимыя для воспроизведенія этого опыта. Опытъ этотъ, несмотря на свою важность, ибо онъ впервые явно показалъ способность электрическихъ атомовъ проникать черезъ матерію, мало обратилъ на себя вниманіе физиковъ ¹⁾.

Помѣщая стеклянную пластинку между сближенными полюсами индукціонной катушки, мы легко ее просверливаемъ, но здѣсь мы просто имѣемъ дѣло съ механической работой.

1) Его отмѣтилъ только одинъ англійскій ученый электрикъ, профессоръ Fleming. Онъ описалъ этотъ опытъ, указывая на его важность, въ одной изъ своихъ лекцій, посвященныхъ электрическимъ колебаніямъ, напечатанныхъ въ „Cantor lectures“, 1900.

Въ нашемъ же опытѣ султаны проходятъ черезъ тѣла, не измѣняя ихъ, точно также, какъ при прохожденіи лучей свѣта. Направленіе ихъ заряда показываетъ, что они вообще состоятъ изъ положительныхъ іоновъ.



Фиг. 25. Видимый проходъ черезъ матеріальную преграду, образованную изъ стеклянной или эбонитовой пластинки, потоковъ, произведенныхъ дематеріализаціей матеріи. Мы пунктировали потоки, какъ они представляются глазу. Слѣдующая фигура показываетъ фотографію явленія. Пунктировка исчезла вслѣдствіе продленія фотографической экспозиціи.

Выдѣленіе полюсами электрической машины электроновъ, скоро превращающихся въ іоны, сопровождается различными явленіями, наблюдаемыми у радиоактивныхъ тѣлъ почти въ такихъ же формахъ.

Для ихъ изслѣдованія предпочтительно снабдить полюсы машины острыми. Тогда легко констатировать, что элементы, стекающіе съ наэлектризованнаго острія, тождественны съ элементами выдѣленія радиоактивныхъ тѣлъ.

Единственная разница это то, что остріе не производитъ при обыкновенномъ давленіи Х-лучей.

Послѣдніе появляются при соединеніи острія проводникомъ, дающимъ возможность производить разрядъ въ пустомъ шаровидномъ сосудѣ. Въ этомъ случаѣ очень обильно появленіе Х-лучей. Они тогда даютъ изображеніе скелета руки на экранѣ, покрытаго слоемъ платинисто-синеродистаго барія, даже тогда, когда мы пользуемся однимъ полюсомъ.

То, что Х-лучи не появляются при обыкновенномъ давленіи, вполне согласуется съ теоретическими соображеніями. Х-лучи появляются только при ударѣ электроновъ, обладающихъ большою скоростью. Но электроны, образующіеся въ газообразныхъ средахъ при обыкновенномъ атмосферномъ давленіи, превращаясь непосредственно въ іоны черезъ прибавленіе нейтральныхъ частицъ, не могутъ вслѣдствіе увеличенія своей массы сохранить скорость, необходимую для образованія Х-лучей.

За исключеніемъ свойства порождать Х-лучи, которыми впрочемъ обладаютъ не всѣ радиоактивныя тѣла, частицы, освобождаемыя наэлектризованной точкой, повторяю, обладаютъ свойствами, присущими частицамъ диссоциирующихъ тѣлъ.

Они сообщаютъ воздуху электропроводность, какъ это уже давно показалъ Branly, и отклоняются, согласно даннымъ Thomson'а, въ магнитномъ полѣ.

При столкновеніи частицъ диссоциированной матеріи,



Фиг. 26. Фотографія потоковъ, исходящихъ отъ дематериализаціи матеріи, въ моментъ прохожденія этихъ потоковъ черезъ преграды — черезъ стеклянную или эбонитовую пластинку.

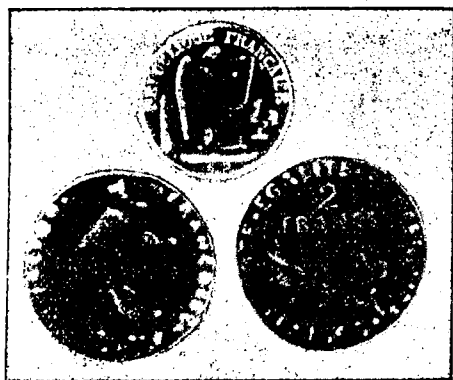
т.-е. іоновъ, съ частицами воздуха образуется такъ пазываемый электрическій вѣтеръ, способный потушить лампу и привести въ дѣйствіе воздушный винтъ. Вѣтеръ этотъ не вызывается, какъ это утверждаютъ во всѣхъ трудахъ по физикѣ, электризаціей частицъ воздуха. Газъ не можетъ никакимъ средствомъ наэлектризоваться, развѣ только при разложеніи. Причиной перемѣщенія частицъ воздуха является сообщенная имъ кинетическая энергія іоновъ.

Іоны, выдѣляемые острыми полюсовъ электрической машины, могутъ вызывать явленія флуоресценціи, подобныя явленіямъ флуоресценціи, наблюдаемымъ у радія. Они даютъ возможность воспроизводить дѣйствія спинтароскопа, служащаго для доказательства диссоціаціи матеріи. Согласно указаніямъ г. Leduc'a достаточно приблизить въ темнотѣ, на разстояніе нѣсколькихъ сантиметровъ, къ экрану, покрытому слоемъ платинисто-синеродистаго барія, стержень, оканчивающійся очень тонкимъ остріемъ, соединеннымъ преимущественно съ положительнымъ полюсомъ электрической машины (другой полюсъ соединяется съ землею). Разсматривая экранъ черезъ лупу, мы видимъ на немъ тотъ же потокъ маленькихъ искорокъ, какъ при спинтароскопѣ. Вѣроятно тождественна поражающая ихъ причина.

Іоны, выбрасываемые полюсами электростатической машины, не обладаютъ въ общемъ большой силой проникновенія, не большей силой, чѣмъ сила іоновъ, составляющихъ 99% выдѣленія радія. Однако мнѣ удалось получить ясные фотографическіе отпечатки черезъ черный листъ бумаги, при достаточномъ повышеніи электрической напряженности (фиг. 27). Достаточно помѣстить фотографируемый предметъ, напримѣръ медаль, обернутую черной бумагой, противъ фотографической пластинки, положенной на металлическій листъ, соединяющійся съ однимъ изъ полюсовъ; верхняя поверхность медали соединяется стержнемъ съ другимъ полюсомъ. Достаточно для снимка нѣсколько искръ. Нельзя приписать эти дѣйствія ультрафіолетовымъ лучамъ, получающимся при разрядѣ, ибо медаль отдѣляется отъ пластинки черной бумагой. При такихъ условіяхъ ясно, что ни видимый, ни невидимый свѣтъ не въ состояніи дать отпечатки деталей медали. Вообще, это сложное явленіе. Его подробное изслѣдованіе далеко бы насъ завело, а потому я на немъ не настаиваю.

Іоны, выдѣляемые наэлектризованными остріями, большей частью сопровождаются свѣтовыми явленіями. Явленія эти одинаково наблюдаются у радиоактивныхъ тѣлъ. Спектръ этихъ лучей только особенно расширенъ. По моимъ изслѣдованіямъ онъ идетъ отъ волнъ Герца длиною въ 2 или 3

миллиметра до ультра-фіолетовыхъ волнъ, длиной меньше чѣмъ $\gamma = 0,280 \mu$. Считая длину дифракціоннаго солнечнаго спектра въ 1 сантиметръ, мы получимъ при томъ же масштабѣ для спектра наэлектризованнаго острія длину приблизительно въ 30 метровъ.



Фиг. 27. Отпечатки, производимые черезъ листъ черной бумаги іонами стекающими съ наэлектризованнаго острія.

Давно извѣстно образованіе ультра-фіолетоваго свѣта въ спектрахъ электрическихъ искръ. Но кажется, г. Leduc впервые его обнаружилъ въ султанахъ остріевъ. Я однако сомнѣвался въ его существованіи. Во всемъ пространствѣ, окружающемъ наэлектризованное остріе, существуетъ сильное электрическое поле, способное освѣщать на значительномъ разстояніи Гейслеровы трубки, а также, возможно, и флуоресцирующія тѣла. Нужно, такимъ образомъ, исключить дѣйствіе этого поля.

Чтобъ отдѣлнить дѣйствіе электрическаго поля отъ дѣйствія ультра-фіолетоваго свѣта, я пользовался большой машиной съ 12 щетками доктора Oudin'a. Дѣйствіе этой машины настолько сильно, что образующіеся султаны въ состояніи освѣщать на разстояніи нѣсколькихъ метровъ Гейслерову трубку или экранъ, покрытый слоемъ платинисто-синнеродистаго барія.

Окончательное отдѣленіе дѣйствія электрическаго поля отъ дѣйствія ультра-фіолетоваго свѣта было совершено докторомъ Oudin'омъ посредствомъ слѣдующаго опыта.

Въ деревянномъ ящикѣ, окруженномъ металлической сѣткой, соединенной съ землей (для отстраненія всякаго электрическаго дѣйствія), помещаютъ гейслеровы трубки и металлическія пластинки, на которыхъ чертятъ буквы при помощи

платинисто-синеродистаго барія, смоченнаго въ гуммиарабикѣ. Мы замѣчаемъ тогда, что Гейслеровы трубки, стоящія около ящика и ясно свѣтящіяся, перестаютъ быть свѣтящимися, когда мы ихъ вводимъ внутрь ящика. Напротивъ, буквы, начерченныя платинисто-синеродистымъ радіемъ, при помѣщеніи ихъ въ ящикъ становятся свѣтящимися. Свѣченіе послѣднихъ обязано главнымъ образомъ ультра-фіолетовому свѣту.

Изъ предыдущаго слѣдуетъ, что образованіе электрическихъ султановъ сопровождается обильнымъ образованіемъ невидимаго свѣта. При помощи резонатора высокой частоты, свѣтъ появляется въ такомъ количествѣ, что освѣщеніе отъ платинисто-синеродистаго барія распространяется на пять метровъ.

Мнѣ здѣсь незачѣмъ изслѣдовать дѣйствіе ультра-фіолетоваго свѣта на флуоресцирующія тѣла. Вмѣстѣ съ Stokes'омъ полагаютъ, что флуоресценція происходитъ отъ превращенія невидимыхъ ультра-фіолетовыхъ волнъ въ болѣе длинныя и вслѣдствіе этого видимыя волны. Отмѣчу мимоходомъ, что, можетъ быть, проще допустить, что флуоресценція образуется благодаря ультра-фіолетовому свѣту, сильное іонизирующее дѣйствіе котораго извѣстно вслѣдствіе маленькихъ атомистическихъ электрическихъ разрядовъ тѣлъ, структура которыхъ дѣлаетъ ихъ воспримчивыми къ флуоресценціи.

Для опредѣленія границъ ультра-фіолетоваго свѣта, образующагося въ предыдущихъ опытахъ, я пользовался различными экранами, помѣщенными на платинисто-синеродѣ. При чемъ я предварительно опредѣлялъ ихъ прозрачность при помощи спектрографа. Для активныхъ ультра-фіолетовыхъ лучей, т.-е. способныхъ вызывать флуоресценцію λ приблизительно $= 0,230 \mu$.

Но наэлектризованное остріе не только источникъ ультра-фіолетовыхъ лучей. Оно выдѣляетъ также волны Герца, что было неизвѣстно до моихъ опытовъ. Въ части книги, посвященной опытамъ, я указываю способы для ихъ обнаруженія. Въ силу незначительной своей длины, не превосходящей 2 миллиметровъ, онѣ распространяются не больше, чѣмъ на 40 или 50 сантиметровъ ¹⁾.

¹⁾ Волна Герца, всегда сопровождающая электрическія искры, не есть электричество, но колебательное явленіе въ эфирѣ. Она отличается отъ свѣта только длиной волны. Будучи электрическаго происхожденія, она при соприкосновеніи съ тѣломъ можетъ снова принять обыкновенную электрическую форму. Она сообщаетъ тогда тѣлу зарядъ, обнаруживаемый электроскопомъ; она можетъ производить искры. Этимъ свойствомъ пользовался Герцъ для открытія волнъ, носящихъ его имя.

На это образованіе Герцовскихъ волнъ, видимаго и невидимаго ультра-фіолетоваго свѣта, этихъ постоянныхъ спутниковъ выдѣляемыхъ электрическихъ частицъ, слѣдуетъ обратить вниманіе, такъ какъ оно намъ даетъ ключъ къ пониманію окончательнаго процесса превращенія матеріи въ колебанія эфира. Вопросъ этотъ мы разберемъ въ другой главѣ.

Резюмируя изложенное, мы можемъ сказать, что на-электризованное любымъ средствомъ тѣло, особенно треніемъ, есть просто тѣло, атомы котораго начали диссоціироваться. Когда продукты диссоціаціи выдѣляются въ пустотѣ, они тождественны съ продуктами выдѣленія радиоактивныхъ тѣлъ. Когда они выдѣляются въ воздухѣ, они отличаются отъ продуктовъ радиоактивныхъ выдѣленій только своей меньшей скоростью.

Исходя изъ этой точки зрѣнія, мы представляемъ себѣ электричество, какъ одинъ изъ самыхъ важныхъ фазисовъ дематериализаціи матеріи, и, слѣдовательно, какъ частную форму интра-атомной энергіи. По своимъ свойствамъ электричество полуматериальная сущность, промежуточная между матеріей и эфиромъ.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

Сравненіе свойствъ электрической жидкости и материальныхъ жидкостей.

Мы показали, что электричество во всѣхъ формахъ своего проявленія обладаетъ свойствами, промежуточными между свойствами эфира и свойствами матеріи. Мы встрѣчаемъ эти свойства при сравненіи законовъ, управляющихъ теченіемъ материальныхъ жидкостей, съ законами распределенія электрической жидкости.

Слишкомъ ясны различія между этими жидкостями,

Между волной Герца и электричествомъ такая же разница, какъ между лучистой теплотой и теплотой черезъ распространеніе, которыя раньше сливались воедино. Это два сильно различныхъ явленія, такъ какъ первое происходитъ въ эфирѣ, другое въ матеріи. Они, однако, могутъ превращаться другъ въ друга. Нагрѣтое тѣло производитъ въ эфирѣ волны, подобныя волнамъ, которыя брошенный камень производитъ въ водѣ. При встрѣчѣ съ тѣломъ, волны эти поглощаются тѣломъ и превращаются въ теплоту. Какъ только тѣло нагрѣвается, оно тотчасъ направляетъ въ эфиръ калорическія волны, точно такъ же, какъ волна Герца при соприкосновеніи съ тѣломъ электризуетъ его и придаетъ ему способность, въ свою очередь, испускать другія Герцовскія волны.

и незачѣмъ долго на нихъ останавливаться. Электрическая жидкость обладаетъ подвижностью, позволяющей ей двигаться со скоростью свѣта по металлической проволоцѣ, чего не въ состояніи совершить никакая матеріальная субстанція. Жидкость эта не подчиняется законамъ притяженія. Равновѣсія же матеріальныхъ жидкостей управляются этими единственными законами.

Громадны различія, но громадны и аналогіи. Самой замѣчательной является тождество законовъ, управляющихъ движеніемъ матеріальныхъ и электрическихъ жидкостей. Зная первые, мы знаемъ и послѣдніе.

Прошло много времени, прежде чѣмъ это тождество окончательно установилось. Самые элементарные труды по физикѣ на каждой страницѣ отмѣняютъ тождество, которое можно установить между электрическими и матеріальными жидкостями. Однако они заботятся о томъ, чтобы указать, что тождество это только символическое и не примѣняется ко всѣмъ случаямъ. Присматриваясь ближе къ этимъ явленіямъ, мы приходимъ къ заключенію, что приходится признать, что мы имѣемъ дѣло не съ однимъ только простымъ сравненіемъ. Въ своемъ новомъ трудѣ ¹⁾ ученый математикъ Bjerkness показалъ, что достаточно пользоваться определенной системой электрическихъ единицъ, чтобы „формулы электрическія и магнитныя слились съ гидродинамическими формулами“.

Эти сходства мы сейчасъ ясно покажемъ на нѣсколькихъ примѣрахъ. Чтобы придать имъ большій авторитетъ, я ихъ заимствую у Cornu, изъ работы, напечатанной имъ нѣсколько лѣтъ тому назадъ ²⁾.

Онъ прежде всего отмѣчаетъ, что основной законъ электричества, законъ Ома ($I = \frac{\Sigma}{R}$) могъ быть выведенъ изъ закона движенія жидкости въ отводныхъ трубахъ, свойства которыхъ давно были извѣстны.

Приводимъ сопоставленіе законовъ, управляющихъ этими различными явленіями, въ самыхъ важнѣйшихъ случаяхъ. Въ одномъ столбцѣ мы выражаемъ законы матеріальныхъ жидкостей, въ другомъ—законы электрической жидкости.

Количество жидкости, проходящее въ единицу времени черезъ сообщающую трубу, пропорціонально разности

Сила тока въ данной проволоцѣ пропорціональна разности потенциаловъ между концами этой проволоки и

¹⁾ Bjerkness. Les actions hydrodynamiques à distance.

²⁾ Cornu. Corrélation des phénomènes d'électricité statique et dynamique.

уровней и обратно пропорционально сопротивленію трубы.

При переходѣ жидкости черезъ сообщающую трубу изъ одного даннаго уровня до другого даннаго уровня, совершаемая работа равняется произведенію изъ количества протекающей жидкости на разность высотъ уровней.

Высота уровня въ сосудѣ прямо пропорціональна количеству вливаемой жидкости и обратно пропорціональна сѣченію сосуда.

Два сообщающихся сосуда, наполненныхъ жидкостью, находятся въ гидростатическомъ равновѣсіи, когда уровни ихъ одинаковы.

Все количество жидкости распредѣляется тогда пропорціонально объемамъ судовъ.

Согни, который ведетъ эти аналогіи дальше, чѣмъ мы это сдѣлали, напоминаетъ, что мы имѣемъ здѣсь дѣло съ аналогіями, съ которыми считаются на практикѣ: „на передачу электрической энергіи мы должны смотрѣть, какъ на распредѣленіе воды: въ каждой точкѣ сѣти нужно обезпечить току необходимую силу теченія“.

Всѣ предыдущія явленія, замѣчаемыя у электрической и у матеріальныхъ жидкостей, суть результатъ нарушенія равновѣсія жидкости, восстановление равновѣсія которой подчиняется опредѣленнымъ законамъ.

Нарушеніе равновѣсія, вызывающее электрическія явленія, происходитъ тогда, когда какимъ-нибудь способомъ, напримѣръ, треніемъ, мы отдѣляемъ другъ отъ друга два элемента, положительный и отрицательный, изъ которыхъ по предположенію состоитъ электрическая жидкость. Восстановленіе равновѣсія характеризуется соединеніемъ этихъ двухъ элементовъ.

Повторяю, намъ доступны только явленія, происходящія отъ нарушенія равновѣсія. Мы можемъ допустить существо-

обратно пропорціональна сопротивленію.

При проходѣ черезъ проволоку электричества отъ точки даннаго потенциала къ другой точкѣ даннаго потенциала, работа, совершаемая электродвижущими силами, равняется количеству электричества, умноженному на разность потенциаловъ (паденіе) электричества.

Электрическій потенциалъ проводника пропорціоналенъ количеству сообщеннаго электричества (зарядъ) и обратно пропорціоналенъ емкости проводника.

Два наэлектризованныхъ проводника находятся въ электростатическомъ равновѣсіи, когда ихъ потенциалы одинаковы.

Весь электрическій зарядъ распредѣляется тогда пропорціонально емкостямъ проводниковъ.

ваніе нейтральной электрической жидкости, т.-е. жидкости, не претерпѣвшей никакого нарушенія равновѣсія, но мы не располагаемъ никакими реактивами для ея обнаруженія. Естественнo однако допустить, что жидкость эта имѣетъ такое дѣйствительное существованіе, какое имѣетъ вода, заключенная въ сосудахъ, между которыми нѣтъ никакого сообщенія, способнаго производить механическое дѣйствіе, обнаруживающее наличность жидкости. То, что мы называемъ электричествомъ, происходитъ исключительно отъ явленій, вызываемыхъ перемѣщеніями такъ называемой электрической жидкости или ея элементовъ.

Мы только что показали, что движущееся электричество напоминаетъ собою матеріальную жидкость, но почему эти двѣ, очевидно различныхъ субстанціи, повинуются однимъ и тѣмъ же законамъ? Указываетъ ли сходство дѣйствій на сходство причинъ?

Мы знаемъ, что это не такъ. Тяжесть не производитъ замѣтнаго дѣйствія на электричество, но она единственная основа законовъ теченія жидкостей. Жидкость переходитъ съ высшаго уровня къ низшему уровню, потому что она повинуется силѣ тяжести, что не имѣетъ мѣста при электричествѣ. Потенціалъ водопада, т.-е. разность высотъ между пунктомъ отправленія воды и пунктомъ прихода, всецѣло обязанъ тяжести. Вода, накопленная на нѣкоторой высотѣ, обладаетъ энергіей потому, что она притягивается по направленію къ центру земли. Этому притяженію противодѣйствуютъ стѣнки сосуда, заключающаго жидкость. Когда мы пробуравливаемъ сосудъ и даемъ жидкости возможность течь, она своимъ паденіемъ, вслѣдствіе земного притяженія, производитъ работу, соотвѣтствующую работѣ, потраченной на ея подъемъ. Приходя на поверхность земли, она уже больше не въ состояніи производить работу.

Разъ тяжесть, опредѣляющая теченіе жидкости, совершенно чужда явленіямъ, обнаруживаемымъ при движеніи электрической жидкости, то какова причина этихъ явленій?

Мы знаемъ, что причина эта дѣйствуетъ, какъ тяжесть, но что она необходимо отъ нея отличается. Хотя ея внутренняя сущность намъ неизвѣстна, мы тѣмъ не менѣе можемъ ее предугадать, ибо наблюденіе показываетъ, что электрическая жидкость, въ силу взаимнаго отталкиванія своихъ молекулъ, стремится къ расширенію, называемому электрическимъ давленіемъ. Всѣ виды энергій, характеризующія количествомъ и напряженіемъ, подчиняются этимъ общимъ законамъ.

Стремленіе расширяться замѣчается также у газовъ, но въ другой формѣ, чѣмъ у электрической жидкости. Давленіе электрической жидкости удерживается на поверх-

ности изолированного тѣла. Газъ же тотчасъ разсѣивается, если онъ не заключается въ герметически закрытомъ сосудѣ.

Мы видимъ, что аналогіи между матеріальными и нематеріальными вещами то приближаются другъ къ другу, то удаляются другъ отъ друга. Эти обнаруживаемыя сходства и различія именно обязаны сущности, промежуточной между эфиромъ и матеріей.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ.

Движенія электрическихъ частицъ. Современная теорія электричества.

Мы только что показали аналогіи между электрической жидкостью и матеріальными жидкостями. Мы обнаружили, что законы ихъ распредѣленія тождественны.

Аналогіи эти становятся очень слабыми, онѣ окончательно исчезаютъ, когда мы вмѣсто изученія электричества въ состояніи жидкости, изучаемъ элементы, изъ которыхъ, по предположенію, образована эта жидкость.

Извѣстно, что согласно современнымъ взглядамъ, жидкость эта состоитъ изъ частицъ, называемыхъ электронами.

Это возрѣніе на прерывную, т. е. зернистую структуру электричества, принадлежащее Фарадею и Гельмгольцу, находить поддержку въ послѣднихъ открытіяхъ.

При соответственномъ толкованіи оно позволяетъ намъ свести къ общему виду не только такъ называемыя радіоактивныя явленія, но и явленія, прежде извѣстныя въ электричествѣ и оптикѣ, какъ напримѣръ, гальваническій токъ, магнетизмъ и особенно свѣтъ. Большинство этихъ явленій могутъ вызываться простыми перемѣнами равновѣсій и движеній электрическихъ частицъ, т. е. перемѣщеніями одной и той же сущности. Мы это теперь покажемъ.

Вмѣсто того, чтобы изслѣдовать электрическій атомъ или электронъ (тѣло гипотетическое), мы замѣнимъ его въ большинствѣ случаевъ наэлектризованной маленькой металлической сферой. Эта простая замѣна, не мѣняя теоріи вопроса, имѣетъ то преимущество, что она даетъ возможность производить опытыя провѣрки.

Въ зависимости отъ того, находится ли эта сфера въ движеніи или она остановлена въ своемъ движеніи, она, какъ мы увидимъ это, въ состояніи производить весь рядъ электрическихъ и свѣтовыхъ явленій.

Возьмемъ нашу маленькую металлическую сферу, любымъ образомъ изолированную, и начнемъ ее электризовать.

Это очень легко выполнить, ибо достаточно соединить шарикъ съ другимъ разнороднымъ ему тѣломъ. Два различныхъ металла, какъ извѣстно, отдѣленные послѣ соприкосновенія другъ отъ друга, заряжены электричествомъ. Электризація треніемъ, на которой основаны старыя машины, только частный случай электризаціи черезъ соприкосновеніе. Треніе только увеличиваетъ и возобновляетъ разнородныя трущіяся поверхности.

Допустивъ это, удалимъ немного нашу наэлектризованную сферу отъ тѣла, съ которымъ она раньше была въ соприкосновеніи. Мы обнаруживаемъ тогда различными способами, что сфера эта соединена съ тѣломъ такъ называемыми линіями силъ, которыя, какъ теперь полагаютъ, имѣютъ волокнистую структуру. Эти линіи стремятся приближать тѣла, между которыми онѣ дѣйствуютъ, и обладаютъ свойствомъ отталкиваться ¹⁾.

Фарадей ихъ приравниваетъ пружинамъ, натянутымъ между тѣлами. Концы этихъ пружинъ образуютъ электрическіе заряды.

Удалимъ теперь нашу сферу на большое разстояніе отъ предмета, который своимъ соприкосновеніемъ наэлектризовалъ эту сферу. Линіи силъ, соединяющія оба тѣла, привязаны къ каждому изъ этихъ тѣлъ и сіяютъ въ видѣ прямолинейныхъ лучей въ пространствѣ ²⁾. Совокупность этихъ линій силъ называется электростатическимъ полемъ.

Когда наша сфера, такимъ образомъ наэлектризованная и окруженная свѣтящимися линіями силъ, хорошо изолирована, она сохраняетъ свой электрическій зарядъ и можетъ вызывать всѣ явленія, наблюдаемыя у электростатическаго электричества: притяженіе легкихъ тѣлъ, образованіе искръ и т. д.

Въ такомъ состояніи покоя наэлектризованное тѣло не производитъ никакого магнитнаго дѣйствія. Это доказывается тѣмъ, что оно не дѣйствуетъ на намагниченную иглку. Оно пріобрѣтаетъ свойство дѣйствовать на магнитъ только послѣ того, какъ оно приведено въ движеніе.

Приведемъ его въ движеніе и допустимъ, что оно движется равномерно. Наша наэлектризованная сфера пріобрѣтаетъ однимъ фактомъ своего движенія всѣ свойства обыкновеннаго гальваническаго тока, т. е. тока, движущагося по телеграфнымъ проволокамъ. Современная теорія этого явленія допускаетъ даже, что въ этомъ случаѣ можетъ имѣть мѣсто только токъ, образованный движеніемъ электричества.

¹⁾ См. фотографію этихъ отталкиваній линій силъ или скорѣе частицъ, расположенныхъ по направленію линій силъ, фиг. 6, стр. 56.

²⁾ См. 4 фиг. стр. 56. Она достаточно ясно изображаетъ линіи силъ наэлектризованнаго тѣла, находящагося въ покоѣ.

Но такъ какъ наше движущееся наэлектризованное тѣло проявляетъ себя, какъ гальваническій токъ, то оно должно обладать всѣми свойствами тока, слѣдовательно, и свойствами производить магнитныя дѣйствія. Оно, дѣйствительно, въ силу своего движенія, окружается круговыми линіями силъ, образующими магнитное поле. Послѣднія располагаются по пути слѣдованія наэлектризованнаго тѣла. Онѣ накладываются на электростатическое поле, состоящее по нашему предположенію изъ прямыхъ свѣтящихся линій.

Наличность магнитнаго поля, окружающаго движущееся наэлектризованное тѣло, доказывается не только теоретически, но и путемъ опыта на основаніи отклоненія намагниченной иглы, помѣщенной въ сосѣдствѣ съ этимъ полемъ ¹⁾.

Легко доказать существованіе линій силъ, окружающихъ токъ. Съ этой цѣлью токъ пропускаютъ черезъ металлическій стержень, проходящій черезъ листъ картона перпендикулярно къ поверхности листа. Листъ обсыпаютъ желѣзными опилками. Эти опилки, притягиваемыя магнитнымъ полемъ, образованнымъ токомъ, располагаются кругами вокругъ стержня.

Такимъ образомъ, только однимъ фактомъ своего движенія наэлектризованное тѣло пріобрѣтаетъ свойства электрическаго тока и магнита. Это указываетъ на то, что всякое измѣненіе электрическаго поля производитъ магнитное поле.

Но это еще не все. Мы предположили, что нашъ наэлектризованный шарикъ движется равномерно. Будемъ измѣнять скорость его движенія, замедля или ускоряя ее, и мы очутимся передъ новыми явленіями, сильно отличающимися отъ предыдущихъ явленій.

Измѣненіе скорости движущагося наэлектризованнаго тѣла, такимъ образомъ, влечетъ за собой, въ силу инерціи электрическихъ частицъ, производство такъ называемыхъ явленій индукціи, т.-е. оно вызываетъ новую электродвижущую силу, дѣйствующую въ направленіи перпендикулярномъ къ направленію магнитныхъ линій, и слѣдовательно,

¹⁾ Rowland первый показалъ на опытѣ, являющемся началомъ всѣхъ современныхъ теорій, что движущееся наэлектризованное тѣло обладаетъ свойствами электрическаго тока, направленнаго въ сторону движенія и, слѣдовательно, тѣло это окружено магнитнымъ полемъ. Изолированный дискъ, покрытый наэлектризованными металлическими секторами, при движеніи отклоняетъ помѣщенную подъ нимъ намагниченную иглу, точно такъ же, какъ обыкновенный гальваническій токъ. Нѣсколько лѣтъ тому назадъ ученикъ г. Lippmann'a думалъ, что ему удалось опровергнуть этотъ основной опытъ, но ученый физикъ г. Pendes ему указалъ на его ошибку. Она состоитъ въ томъ, что отклоненіе, доказывающее существованіе тока, потому отсутствовало, что ученику этому вздумалось покрыть металлические секторы изолирующимъ лакомъ, поглощающимъ электричество.

параллельномъ направленію тока. Измѣненіе магнитнаго поля вызываетъ электрическое поле. На этомъ свойствѣ устроено большинство техническихъ машинъ, вырабатывающихъ электрическую энергію.

Наложимость этой новой силы на магнитное поле наэлектризованнаго тѣла, движеніе котораго мы измѣнили, вызываетъ колебанія эфира, распространяющіяся въ немъ со скоростью свѣта. Этого рода волнами пользуются при беспроволочномъ телеграфѣ. Электромагнитная теорія свѣта, признанная всѣми современными физиками, считаетъ, что эти волны—единственная причина свѣта, какъ только онѣ достигаютъ скорости, достаточной, чтобъ восприниматься сѣтчатой оболочкой.

Во всѣхъ предыдущихъ разсужденіяхъ мы предполагали, что движущееся наэлектризованное тѣло перемѣщается въ воздухѣ или въ газѣ нормальнаго давленія. Когда тѣло это движется въ сильно разрѣженномъ пространствѣ, возникаютъ новыя явленія, отличающіяся отъ предыдущихъ явленій. Таковыми являются катодные лучи, въ которыхъ электрическій атомъ, повидимому, цѣликомъ освобождается отъ всякой связи съ матеріальной субстанціей. За ними идутъ X-лучи, порождаемые ударами электрическихъ атомовъ о препятствія. Въ этихъ случаяхъ мы уже больше не можемъ пользоваться для уясненія явленій нашимъ наэлектризованнымъ металлическимъ шарикомъ. Слѣдуетъ разсматривать электрическій зарядъ внѣ шара, имѣя заряженнаго.

Итакъ, согласно нами сказанному, достаточно измѣнить движеніе и равновѣсіе нѣкоторыхъ частицъ, чтобы получить всѣ электрическія и свѣтовые явленія.

Изложенная теорія въ большинствѣ случаевъ проверена опытомъ. Она только теоретическое выраженіе данныхъ опыта.

Что касается свѣтовыхъ явленій, то до изслѣдованій Zeeman'a, теорія эта не опиралась на практику. Положеніе о томъ, что въ добѣла накаленныхъ тѣлахъ происходятъ колебанія электрическихъ атомовъ, а не матеріи, носило характеръ гипотезы. Предполагали, что пламя содержитъ электроны, движущіеся вокругъ положенія равновѣсія со скоростью, достаточной, чтобы породить электромагнитныя волны. Волны эти способны распространяться въ эфирѣ и производить на глазъ при достаточно быстромъ своемъ движеніи свѣтовые ощущенія.

Чтобы оправдать эту гипотезу, нужно было добиться отклоненія этихъ электроновъ пламени магнитнымъ полемъ, ибо движущееся наэлектризованное тѣло отклоняется магнитомъ. Это отклоненіе и получилъ Zeeman при помощи

сильнаго электромагнита, дѣйствовавшаго на пламя. Разсматривая пламя черезъ спектроскопъ, онъ обнаружилъ, что спектральныя линіи отклонялись и раздваивались. По разстоянію, отдѣляющему раздвинутыя спектральныя линіи, Zeeman вывелъ отношеніе $\frac{e}{m}$, существующее между электрическимъ зарядомъ электрона и его массой. Отношеніе это точно оказалось равнымъ отношенію заряда и массы катодныхъ частицъ прибора Крукса. Это указываетъ на аналогію между обыкновеннымъ пламенемъ, катодными лучами и радиоактивными тѣлами.

Мы видѣли, какую роль играютъ въ современныхъ теоріяхъ электроны. Для многихъ физиковъ они являются единственнымъ элементомъ электрической жидкости. „Положительно наэлектризованное тѣло“, говоритъ одинъ изъ нихъ, „это просто тѣло, потерявшее нѣкоторые изъ своихъ электроновъ. Переносъ электричества съ одной точки въ другую осуществляется переходомъ электроновъ съ мѣста, гдѣ имѣется избытокъ положительнаго электричества, въ мѣсто, гдѣ имѣется избытокъ отрицательнаго электричества“. Способность элементовъ входить въ химическія соединенія зависитъ отъ способности ихъ атомовъ пріобрѣтать зарядъ электроновъ. Неустойчивость ихъ зависитъ отъ потери или излишка ихъ электроновъ.

Теорія электроновъ даетъ возможность просто объяснить много явленій, но она многого и не объясняетъ.

Какой механизмъ сообщаетъ въ проводникахъ такое быстрое движеніе электронамъ, напримѣръ, въ телеграфной проволоцѣ? Какимъ образомъ электроны проходятъ черезъ металлическіе экраны, черезъ которые не проходятъ самыя сильныя электрическія искры? Почему электроны, проходящіе черезъ металлы, не въ состояніи пройти въ пустотѣ промежутокъ въ 1 миллиметръ, какъ это видно при приближеніи въ совершенно пустой трубкѣ (пустота Hittorfa) двухъ электроновъ, соединенныхъ съ индукціонной катушкой ¹⁾.

Для многихъ физиковъ электронъ сталъ теперь всемірнымъ фетишомъ, при помощи котораго, какъ они полагаютъ, можно объяснить всѣ явленія. На него перенесли всѣ свойства атома. Многіе смотрятъ на него, какъ на основной

¹⁾ Замѣняя электроны двумя тонкими иголками, я получилъ токъ между ними. Я изъ этого не дѣлаю никакого заключенія, ибо не увѣренъ, что трубка была совершенно пустой. Можно, однако, заставить электроны пройти черезъ пустоту, какъ это показалъ Hewit. Для этого слѣдуетъ раньше образовать между электронами короткое замыканіе.

элементъ матеріи, которая, по ихъ мнѣнію, только агрегатъ электроновъ.

Мы ничего не знаемъ о внутренней природѣ электрона. Сказать, что онъ состоитъ изъ вихря эфира и подобенъ гироскопу, это еще не значитъ вѣрно его объяснить. Во всякомъ случаѣ, размѣры электрона крайне малы, но можно ли считать, что электронъ недѣлимъ, и, слѣдовательно, обладаетъ безконечной твердостью? Не обладаетъ ли онъ такой сложной структурой, какую теперь приписываютъ атому, и не образуетъ ли онъ, какъ первый, настоящую планетную систему? Въ безконечности міровъ большое и маленькое имѣютъ только относительное значеніе.

При современномъ состояніи науки мнѣ кажется наиболѣе правдоподобнымъ то, что словомъ „электричество“ мы обозначаемъ крайне различныя вещи, имѣющія общее только то, что въ концѣ концовъ они даютъ электрическія явленія. Къ такому взгляду мы нѣсколько разъ приходили. Мы такъ же не имѣемъ права назвать электричествомъ все то, что производитъ электричество, какъ не имѣемъ права назвать теплотой все то, что способно породить теплоту.

КНИГА ШЕСТАЯ.

Міръ вѣсомый. Возникновеніе, эволюція и исчезновеніе матеріи.

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

Устройство матеріи. Силы, поддерживающія матеріальныя строенія.

§ 1. Старыя воззрѣнія на устройство атомовъ.

Прежде чѣмъ изложить современный взглядъ на устройство матеріи, вспомнимъ, какъ наука недавно смотрѣла на этотъ вопросъ. Матерія, предполагалось, состоитъ изъ маленькихъ недѣлимыхъ элементовъ, называемыхъ атомами. Такъ какъ атомы эти, казалось, не измѣняются, несмотря на всевозможныя перемѣны, которымъ подвергаются тѣла, ихъ считали неуничтожимыми. Молекулы тѣлъ, предѣльныя частицы, сохраняющія свойства тѣлъ, считали, состоятъ изъ маленькаго числа атомовъ. Такое воззрѣніе на матерію существуетъ ужъ болѣе 2 тысячъ лѣтъ. Великій римскій поэтъ Лукрецій выразилъ его въ слѣдующихъ словахъ, которыя наши современные ученые только копируютъ:

„Тѣла, видимо исчеза, на самомъ дѣлѣ, не уничтожаются; изъ ихъ остатковъ природа создаетъ новыя существа. Только цѣной смерти однихъ, она даетъ жизнь другимъ. Элементы неизмѣнны и неразрушимы... Принципы матеріи, элементы великаго Всего прочны и вѣчны. Никакое внѣшнее дѣйствіе не въ состояніи ихъ измѣнить. Атомъ—это самое маленькое тѣло въ природѣ, онъ предѣлъ дѣленія матеріи. Въ природѣ существуютъ частицы неизмѣнной сущности. Ихъ различныя соединенія измѣняютъ сущность тѣлъ“.

Это старинное воззрѣніе на матерію, казалось, непоколебимо установлено знаменитыми опытами Лавуазье. Къ нему только прибавили нѣкоторыя гипотезы о структурѣ атомовъ. Ньютонъ ихъ считалъ твердыми тѣлами, неспособными измѣняться. *J. J. Thomson*, возвращаясь къ идеямъ Декарта, считалъ, что атомы состоятъ изъ вихрей, похожихъ на вихри, которые можно образовать, ударяя по задней поверхности квадратнаго ящика, наполненнаго дымомъ, въ передней поверхности котораго просверлено отверстіе. Изъ ящика тогда выходятъ вихри дыма въ видѣ завитка, образованнаго газовыми струйками, выдѣляющимися вокругъ меридіановъ этого клубка. Совокупность этихъ струекъ перемѣщается сплошной массой и не разрушается при соприкосновеніи съ другими клубками. Всѣ эти вихри образуютъ постоянныя колебанія и качанія, интенсивность и частота которыхъ мѣняется подѣ вліяніемъ различныхъ причинъ, напримѣръ, теплоты.

Такъ называемая атомистическая теорія послѣдняго столѣтія большей своей частью была основана на старой гипотезѣ объ атомахъ. Вначалѣ допустили, что всѣ тѣла въ газообразномъ состояніи содержатъ въ одномъ и томъ же объемѣ одинаковое количество молекулъ. Полагая, что вѣсъ ихъ при равномъ объемѣ пропорціоналенъ вѣсу ихъ атомовъ, мы можемъ простымъ взвѣшиваніемъ тѣла, находящагося въ газообразномъ состояніи, опредѣлить его молекулярный вѣсъ, и отсюда, при помощи способовъ, которые излишне здѣсь излагать, вычислить то, что условно называютъ атомнымъ вѣсомъ. Атомный вѣсъ относятъ къ атомному вѣсу атома водорода, принятаго за единицу.

§ 2. Современныя воззрѣнія на устройство матеріи.

Трудно изложить современные взгляды на устройство матеріи, такъ какъ они еще не окончательно формулированы. Мы находимся въ періодѣ анархій. На нашихъ глазахъ рушатся старыя теоріи и строятся новыя, на которыхъ воздвигается наука будущаго,

Ученые, слѣдящіе по научнымъ журналамъ и статьямъ, печатающимся за границей, за опытами и дискуссіями, съ которыми связаны имена самыхъ выдающихся физиковъ, присутствуютъ на любопытномъ спектаклѣ. Они видятъ, какъ съ каждымъ днемъ разрушаются основныя научныя воззрѣнія, которыя, казалось, настолько прочно установлены, что они должны были быть вѣчными. Совершается полная революція. Толкованія, вытекающія изъ недавно открытыхъ фактовъ, разрушаютъ основы физики и химіи. Они, повидимому, заставляютъ насъ перемѣнить наши понятія о Все-

ленной. Представители нашихъ официальныхъ высшихъ школъ слишкомъ заняты. Они слишкомъ гостепріимно принимаютъ общія идеи, и имъ некогда заниматься этимъ удивительнымъ движеніемъ, Ихъ не интересуетъ зарождающаяся новая философія науки.

Повидимому, революція въ наукѣ идетъ быстрыми шагами. На самомъ дѣлѣ это не такъ. Измѣненіе взглядовъ на устройство матеріи, которое, какъ будто произошло въ нѣсколько лѣтъ, на самомъ дѣлѣ подготовлялось изслѣдованіями въ теченіе цѣлаго столѣтія.

Очень медленно совершается процессъ смѣны однихъ научныхъ взглядовъ другими. Тамъ, гдѣ процессъ этотъ на видъ движется быстро, мы легко убѣждаемся, что онъ подготовлялся скрытой эволюціей, длившейся въ теченіе долгихъ годовъ.

Пять основныхъ открытій образуютъ базисъ, на которомъ медленно строится новая теорія объ устройствѣ матеріи. Вотъ они: 1) факты, открытые изслѣдованіями явленій электрической диссоціаціи; 2) открытіе катодныхъ лучей; 3) открытіе X-лучей; 4) открытіе такъ называемыхъ радиоактивныхъ тѣлъ, напримѣръ, урана и радія; 5) доказательство того, что радиоактивность не принадлежитъ только нѣкоторымъ тѣламъ, а общее свойство матеріи.

Самое старое изъ этихъ открытій, ибо начало его принадлежитъ Даву и относится къ началу истекшаго столѣтія, это открытіе диссоціаціи электрическимъ токомъ химическихъ соединений. Различные физики, особенно Фарадей, позже пополняли изслѣдованіе этого вопроса. Онъ привелъ къ теоріи атомнаго электричества и къ обнаруженію преимущественнаго вліянія, которое играютъ въ химическихъ реакціяхъ и въ свойствахъ тѣлъ электрическіе элементы.

Второе изъ упомянутыхъ выше открытій, т.-е. открытіе катодныхъ лучей, указало на то, что матерія можетъ находиться въ состояніи, отличномъ отъ извѣстныхъ состояній, но явленіе это не оказывало никакого вліянія, пока Рентгенъ, глубже изучая трубки Крукса, съ которыми физики, ничего не замѣчая, обращались цѣлыхъ 20-лѣтъ, замѣтилъ, что трубки эти испускаютъ особые лучи, отличные отъ всѣхъ извѣстныхъ лучей, которымъ онъ далъ названіе X-лучей. Непредвидѣнное, совершенно новое явленіе, внѣ аналогіи съ другими извѣстными явленіями, образовало въ наукѣ брешь.

Открытіе радиоактивности урана, потомъ радія и, наконецъ, открытіе всеобщей радиоактивности матеріи, скоро послѣдовали за открытіемъ X-лучей. Сначала не видѣли связи между этими, на видъ столь различными явленіями. Только мои изслѣдованія показали, что они образуютъ одну и ту же сущность.

До послѣднихъ открытій хорошо было извѣстно, что электричество играетъ существенную роль въ химическихъ реакціяхъ. Но полагали, что электричество просто облегаетъ матеріальныя молекулы. Открытіемъ электролиза Фарадей показалъ, что молекулы сложныхъ тѣлъ—носители нейтральнаго электрическаго заряда безконечной и постоянной величины. Зарядъ этотъ диссоціируется въ отрицательные и положительные іоны, когда черезъ растворъ солей металла проходитъ электрическій токъ. Съ тѣхъ поръ стали смотрѣть на молекулы тѣлъ, какъ на субстанціи, состоящія изъ двухъ элементовъ, изъ матеріальной частицы и изъ электрическаго заряда, соединеннаго или наложеннаго на матеріальный элементъ.

Nernst, профессоръ химіи въ геттингенскомъ университетѣ, хорошо выразилъ въ одной своей работѣ, напечатанной нѣсколько лѣтъ тому назадъ, идеи, господствующія въ наукѣ до новѣйшихъ открытій.

„Іоны представляютъ собой особаго рода химическое соединеніе между элементами или радикалами и электрическими зарядами. Соединеніе между матеріей и электричествомъ подвергнуто тѣмъ же законамъ, какъ соединеніе между различными матеріальными тѣлами: закону опредѣленныхъ отношеній, закону кратныхъ отношеній. При допущеніи непрерывности электрической жидкости, трудно объяснить законы электрохиміи; при допущеніи, напротивъ, что количество электричества состоитъ изъ частицъ, имѣющихъ неизмѣнную величину, вышеупомянутые законы—только слѣдствіе такого допущенія. Въ химической теоріи электричества къ извѣстнымъ элементамъ прибавятся два другихъ: положительный и отрицательный электронъ“.

Въ этомъ фазисѣ своей эволюціи научная мысль смотрѣла на положительный и отрицательный электроны, какъ на два элемента, которые слѣдуетъ прибавить къ списку простыхъ тѣлъ, съ которыми электроны способны вступать въ соединенія. Повсюду еще господствовала идея о матеріальномъ атомѣ.

Въ настоящее время научная мысль сильно подвинулась впередъ. Поставивъ вопросъ о томъ, непременно ли электронъ нуждается въ матеріальной опорѣ, многіе физики даютъ на него отрицательный отвѣтъ. Они приходятъ къ заключенію, что атомъ исключительно состоитъ изъ агрегата электрическихъ частицъ, безъ другихъ элементовъ. Частицы эти могутъ диссоціироваться изложеннымъ выше образомъ.

Это было большимъ шагомъ впередъ. Его еще не всѣ физики осмѣливаются дѣлать.

Въ ихъ мысляхъ и въ ихъ словахъ царитъ еще большая неувѣренность. Для большинства электроны необходимо

нуждаются въ матеріальной опорѣ, въ матеріальныхъ атомахъ, къ которымъ эти электроны присоединяются или на которые они налагаются. По проводникамъ электроны, по мнѣнію этихъ физиковъ, перемѣщаются со скоростью свѣта при помощи неизвѣстнаго механизма.

Приверженцы теоріи о томъ, что структура матеріи исключительно электрическая, полагаютъ, что атомъ состоитъ только изъ электрическихъ вихрей. По ихъ мнѣнію, вокругъ небольшого числа положительныхъ элементовъ вертятся съ громадной скоростью отрицательные электроны, число которыхъ никогда не меньше тысячи, а часто больше тысячи. Ихъ совокупность образуетъ атомъ, который является какъ бы солнечной системой въ миниатюрѣ. „Атомъ матеріи, пишетъ Latmor, состоитъ только изъ электроновъ“.

Въ обычной своей формѣ атомъ электрически нейтраленъ. Онъ становится положительнымъ или отрицательнымъ только тогда, когда мы лишаемъ его электроновъ противоположнаго названія, какъ это имѣетъ мѣсто при электролизѣ. Всѣ химическія реакціи обязаны потерѣ или выигрышу электроновъ.

Если бы электроны не двигались быстро въ атомѣ, а находились въ покоѣ, они бы накладывались другъ на друга, но вслѣдствіе скорости движенія центробѣжная сила уравниваетъ ихъ взаимныя притяженія. Когда угловая скорость вращательнаго движенія уменьшается въ силу какой-нибудь причины, какъ, напримѣръ, при потерѣ кинетической энергіи, обусловливаемой радіаціею электроновъ въ эфирѣ, ихъ увлекаетъ притяженіе, и электроны стремятся соединиться: когда, напротивъ, центробѣжная сила увеличивается, электроны улетаютъ въ пространство, какъ это имѣетъ мѣсто при радіоактивныхъ явленіяхъ.

Такимъ образомъ, атомъ и, слѣдовательно, матерія обязаны своимъ устойчивымъ равновѣсіемъ движенію составляющихъ ихъ элементовъ. Эти элементы можно уподобить волчку, который преодолеваетъ тяжесть до тѣхъ поръ, пока его кинетическая энергія, обязанная вращательному движенію, превосходитъ опредѣленное значеніе. Когда энергія эта становится ниже этого значенія, инструментъ теряетъ свое равновѣсіе и падаетъ на землю.

Движенія атомныхъ элементовъ еще болѣе сложны, чѣмъ только что описанныя нами движенія. Эти элементы не только въ зависимости другъ отъ друга, но они еще соединяются съ эфиромъ своими линіями силъ. На дѣлѣ они, должно быть, являются центрами конденсаціи эфировыхъ вихрей.

Таковы въ общихъ чертахъ складывающіяся со-временныя понятія объ устройствѣ атомовъ, изъ которыхъ

состоить матерія. Эти понятія легко согласуются съ воззрѣніями, которыя я старался изложить въ этой книгѣ, и согласно которымъ атомъ колоссальный резервуаръ энергій, которую онъ пакошилъ въ формѣ, нами описанной.

Какова бы ни была будущность этихъ теорій, можно увѣренно сказать, что древній атомъ химиковъ, когда-то считавшійся столь простымъ, обладаетъ крайне сложнымъ строеніемъ. Онъ все болѣе и болѣе представляется намъ въ видѣ солнечной системы, содержащей одно или нѣсколько солнцъ или планетъ, тяготящихся другъ къ другу съ громадной скоростью. Отъ архитектуры этой системы зависятъ свойства различныхъ атомовъ, но ихъ основные элементы представляются намъ тождественными.

§ 3. Величина элементовъ, изъ которыхъ состоитъ матерія.

Молекулы тѣлъ и тѣмъ болѣе атомы имѣютъ крайне малые размѣры. Самые маленькіе микробы—громадные колоссы въ сравненіи съ начальными элементами матеріи.

Путемъ различныхъ соображеній удалось опредѣлить величины этихъ элементовъ. Они приводятъ къ цифрамъ, которыя ничего не говорятъ разуму, ибо бесконечно малыя величины въ той же степени трудно себѣ представить, какъ бесконечно большія.

Только благодаря крайней малости элементовъ, изъ которыхъ образованы атомы, матерія способна при диссоціаціи постоянно выдѣлять шль частицъ, замѣтно не теряя своего вѣса.

Въ одной изъ предыдущихъ главъ мы говорили о милліонахъ частицъ, которыя можетъ выдѣлнить въ секунду одинъ граммъ радіоактивнаго тѣла. Подобныя цифры всегда вызываютъ нѣкоторое недовѣріе: мы не можемъ себѣ представить крайней малости элементовъ матеріи. Недовѣріе это исчезаетъ, когда вспоминаешь, что обыкновенныя тѣла способны оставаться годами, не подвергаясь диссоціаціи, мѣстопробываніемъ обильнаго выдѣленія частицъ, которыя легко обнаруживаются запахомъ, но которыхъ нельзя обнаружить самыми чувствительными вѣсами.

G. Berthelot произвелъ въ этой области интересныя изслѣдованія ¹⁾.

Онъ пытался опредѣлить потерю вѣса очень пахучихъ, хотя мало улетучивающихся тѣлъ. Обоняніе обладаетъ бесконечно большей чувствительностью, чѣмъ самые чувствительные вѣсы, ибо для нѣкоторыхъ веществъ, какъ іодо-

¹⁾ Comptes rendus de l'Academie des Sciences, 25 мая 1904 г.

формъ, присутствие одной стомилліонной миллиграмма по Berthelot легко воспринимается обоняніемъ.

Исслѣдованія, произведенныя имъ надъ іодоформомъ, привели его къ заключенію, что одинъ граммъ этого вещества теряетъ въ теченіе года одну сотую миллиграмма своего вѣса, т.-е. одинъ миллиграммъ въ сто лѣтъ, хотя іодоформъ выдѣляетъ по всѣмъ направленіямъ непрерывный потокъ пахучихъ частицъ. Г. Berthelot говоритъ, что если вмѣсто іодоформа взять мускусъ, то потеря въ вѣсѣ была бы гораздо меньше, „можетъ быть, въ тысячу разъ меньше“, т.-е. въ 100.000 лѣтъ потеря одного грамма равнялась бы одному миллиграмму.

Этотъ же ученый говоритъ въ другой своей работѣ, „что нѣтъ почти ни одного металла или другого любого тѣла, которое не выдѣляетъ обшвенныхъ запаховъ, особенно при растираніи“, а это значитъ, что всѣ тѣла медленно испаряются.

Эти опыты даютъ намъ представленіе о громадномъ количествѣ частицъ, которое содержитъ очень малое количество матеріи ¹⁾.

Согласно различнымъ исслѣдованіямъ, среди которыхъ недавнія исслѣдованія Rutheford'a, Thomson'a и т. д., привели къ опредѣленнымъ результатамъ, кубическій миллиметръ водорода содержитъ 36 милліоновъ милліардовъ молекулъ. О величинѣ этого числа мы можемъ имѣть представленіе только тогда, когда мы его выражаемъ въ удобныхъ единицахъ. Будемъ искать для этого размѣровъ резервуара, вмѣщающаго такое же количество кубическихъ песчинокъ со стороны въ одинъ миллиметръ. Оказывается, что эти 36 милліоновъ милліардовъ песчинокъ могутъ помѣститься въ параллелепипедѣ, каждая сторона основанія котораго равняется 3.600 метрамъ. Это число пришлось бы еще уве-

¹⁾ Различныя соображенія, между прочимъ еще до современныхъ теорій, заставляли считать молекулы крайне малыми. Вычитано, что нужно взять отъ 600 до 700 милліоновъ бактерій, чтобы вѣсѣ ихъ равнялся одному миллиграмму. Нѣкоторыя изъ этихъ бактерій порождаютъ въ 24 часа 16 милліоновъ индивидуумовъ. Профессоръ Maskendrick замѣчаетъ, что органическій зародышъ необходимо содержитъ громадное число молекулъ, ибо въ немъ заключены наслѣдственные особенности длиннаго ряда предковъ. Онъ указываетъ на споры величиной въ $\frac{1}{20000}$ миллиметра, ниже которыхъ, вѣроятно, имѣются еще другія, которыхъ мы не видимъ. Ихъ не обнаруживаетъ микроскопъ, но они обнаруживаются дѣйствіемъ фильтрованныхъ растворовъ. По Wismann'у, кровяной шарикъ, величина котораго приблизительно семь тысячныхъ миллиметра, содержитъ 3 милліарда 625 милліоновъ частицъ. Головка сперматозоида, достаточная для оплодотворенія яйца съ діаметромъ въ $\frac{1}{20}$ миллиметра, содержитъ 25 милліардовъ „органическихъ молекулъ“, состоящихъ каждая изъ многихъ атомовъ.

личить, если бы хотѣли выразить количество частицъ, которыя можно получить отъ диссоціаціи атомовъ одного кубическаго миллиметра водорода.

§ 4. Силы, поддерживающія молекулярныя строенія.

Мы видѣли, что матерія образована изъ совокупности элементовъ очень сложной структуры, называемыхъ молекулами и атомами. Мы должны допустить, что элементы эти не касаются другъ друга, ибо, въ противномъ случаѣ, тѣла не могли бы ни расширяться, ни сжиматься, ни перемѣнять своего состоянія. Слѣдуетъ также допустить, что частицы эти увлечены постояннымъ вращательнымъ движеніемъ. Только измѣненіемъ этихъ движеній мы въ состояніи допустить поглощеніе и расходъ энергіи при образованіи и разрушеніи химическихъ соединений.

Мы должны, такимъ образомъ, смотрѣть на брусокъ стали или на твердый кусокъ камня, какъ на собраніе изолированныхъ движущихся, но не касающихся другъ друга элементовъ. Атомы, изъ которыхъ состоятъ молекулы, сами состоятъ изъ тысячъ элементовъ, описывающихъ вокругъ одного или нѣсколькихъ центровъ правильныя кривыя, какія описываютъ свѣтила.

Каковы силы, удерживающія частицы, изъ которыхъ состоитъ матерія и мѣшающія имъ превратиться въ пыль?

Наличность этихъ силъ очевидна, но природа ихъ намъ совершенно неизвѣстна. Слова: сцѣпленіе и сродство, которыми мы ихъ обозначаемъ, намъ ничего не говорятъ; наблюденіе только обнаруживаетъ, что элементы матеріи притягиваются и отталкиваются. Мы можемъ однако прибавить, что такъ какъ атомъ громадный источникъ силъ, то, какъ я ужъ отмѣтилъ въ другой главѣ, на сцѣпленіе и сродство мы можемъ смотрѣть, какъ на проявленіе интра-атомной энергіи.

Устойчивость молекулярныхъ строеній, соединенныхъ сродствомъ, достаточно крѣпка. Химія однако въ состояніи ее видоизмѣнить или разрушить различными способами, особенно теплотой. Вотъ почему мы можемъ расплавлять, превращать въ паръ и разлагать тѣла. Устойчивость атомныхъ соединений, изъ которыхъ состоятъ молекулы, напротивъ, настолько крѣпка, что послѣ вѣковыхъ опытовъ объявили атомъ неизмѣннымъ и неразрушимымъ.

Сцѣпленіе, удерживающее элементы тѣлъ, проявляется притягательными и отталкивательными силами, производимыми молекулами другъ на друга. Величина силъ сцѣпленія измѣняется усиліемъ, которое мы должны потратить, чтобъ деформировать тѣло. Тѣло возвращается въ свое

первоначальное состояніе, когда прекращается дѣйствіе силы. Это доказываетъ, что внутри тѣла существуютъ притягательныя силы. Тѣло сопротивляется сжатію; это показываетъ, что въ тѣлѣ появляются отталкивательныя силы, когда молекулы приближаются другъ къ другу на опредѣленное разстояніе.

Притяженіе и отталкиваніе, въ которыхъ проявляется сѣйленіе, очень интенсивны, но сфера дѣйствія ихъ ограниченная: они не дѣйствуютъ на разстояніи, какъ сила тяжести. Достаточно раздвинуть при помощи нагрѣванія молекулы тѣла, и силы эти больше не дѣйствуютъ. Сѣйленіе тогда уничтожается, и самое твердое тѣло превращается въ жидкость или въ паръ.

Помимо притяженій и отталкиваній, имѣющихъ мѣсто между частицами одного и того же тѣла, существуютъ другія силы, дѣйствующія между частицами разныхъ тѣлъ, и измѣняющіяся въ зависимости отъ тѣлъ. Ихъ обозначаютъ общимъ именемъ сродства. Силы эти опредѣляютъ большинство химическихъ реакцій.

Притяженіе и отталкиваніе, вытекающія изъ сродства, вовлекаютъ атомы въ новыя соединенія или позволяютъ выдѣлять ихъ изъ этихъ соединеній. Химическія реакціи—только нарушеніе и возстановленіе равновѣсій, обязанныхъ сродству имѣющихся въ наличности тѣлъ. Дѣйствія, производимыя взрывомъ, показываютъ мощностъ силъ, вызываемыхъ сродствомъ, когда нарушаются опредѣленные равновѣсія.

Отъ формы, въ которой энергія сѣйленія группируетъ атомы, вытекаютъ молекулярныя строенія. Эти строенія могутъ быть очень неустойчивыми. Тогда достаточно дѣйствія легчайшаго возбудителя, на примѣръ, удара или даже тренія остріемъ пера, чтобы разрушить эти строенія. Таковы, на примѣръ, гремучая ртуть, іодистый азотъ и другія взрывчатые вещества. Строеніе, напротивъ, можетъ быть настолько крѣпкимъ, что его трудно разрушить; на примѣръ, органическія соли мышьяка какъ какодилать соды, гдѣ молекула настолько устойчива, что нельзя никакимъ реактивомъ обнаружить наличность огромнаго числа атомовъ мышьяка, въ немъ содержащихся. Царекая водка, дымящаяся селитряная кислота, хромовая кислота не дѣйствуютъ на молекулярное строеніе: это основательно сооруженная крѣпость.

§ 5. Притяженія и отталкиванія изолированныхъ матеріальныхъ молекулъ и вытекающія отъ нихъ формы равновѣсія.

Итакъ, энергія сродства и сѣйленія проявляется притяженіемъ и отталкиваніемъ. Мы видѣли, что въ общемъ

явленія сводятся къ этимъ двумъ формамъ движенія, независимо отъ того, идетъ ли рѣчь о матеріальныхъ или электрическихъ частицахъ. Вотъ почему изученіе этихъ движеній занимало преобладающее мѣсто въ наукѣ. Многіе физики еще теперь сводятъ явленія міра къ изученію притяженія и отталкиванія молекулъ, подчиняющихся законамъ механики. „Всѣ земныя явленія, говоритъ Лапласъ, зависятъ отъ молекулярныхъ притяженій такъ же, какъ небесныя явленія зависятъ отъ всеобщаго притяженія“.

Теперь кажется вѣроятнымъ, что тѣла природы болѣе сложны. Притяженія и отталкиванія повидимому играютъ столь большую роль, что среди всѣхъ дѣйствій, которыя тѣла въ состояніи производить, эти движенія нами легче всего воспринимаются.



Фиг. 28.



Фиг. 29.

Отталкиванія и притяженія молекулъ внутри жидкостп¹⁾.

Трудно распознавать равновѣсія, образуемая внутри твердыхъ тѣлъ отталкиваніями и притяженіями, но мы можемъ ихъ дѣлать видимыми при изолированіи ихъ частицъ. Это очень легкій способъ, ибо достаточно съ этой цѣлью растворить тѣла въ соотвѣтственной жидкости. Молекулы тогда находятся почти въ свободномъ состояніи, какъ будто тѣло превратилось въ газъ, и мы легко обнаруживаемъ дѣйствія взаимнаго притяженія и отталкиванія. Извѣстно, что молекулы раствореннаго тѣла движутся внутри растворителя, производя въ немъ то же давленіе, какъ еслибъ эти молекулы въ этомъ пространствѣ превращались въ газъ.

Мы ежедневно наблюдаемъ притяженія, вызываемыя этими освободившимися молекулами. Имъ обязана своими формами капля жидкости, находящаяся на концѣ стеклянной

¹⁾ Фотографіи 28--32, выполнены профессоромъ Stephan'емъ Leduc'омъ.

палочки. Они—начало такъ называемаго поверхностнаго натяженія жидкостей, въ силу котораго эта поверхность своими свойствами напоминаетъ натянутую оболочку.

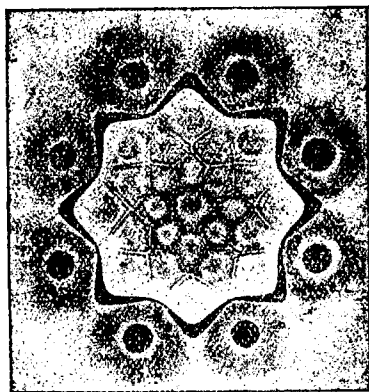
Всѣ притяженія и отталкиванія могутъ развиваться только на опредѣленномъ разстояніи. Мы называемъ, какъ извѣстно, полемъ силъ пространство, въ которомъ обнаруживается дѣйствіе силъ, а линіями силъ направленія, по которымъ совершаются дѣйствія отталкиванія и притяженія.

Въ такъ называемыхъ осмотическихкихъ явленіяхъ обнаруживаются мѣста дѣйствія отталкивательныхъ и притягательныхъ силъ. Когда мы медленно вливаемъ воду въ растворъ нѣкоторыхъ солей, напримѣръ, въ сѣрнокислую мѣдь, мы простымъ различіемъ цвѣтовъ замѣчаемъ, что жидкости вначалѣ отдѣляются, но скоро молекулы растворенной соли диффундируютъ черезъ жидкость, которая ихъ побѣждаетъ.

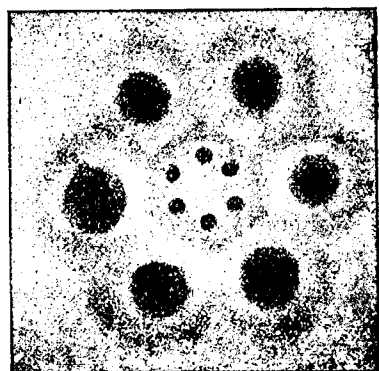
Въ нихъ, такимъ образомъ, скрыты силы, позволяющія имъ взять верхъ надъ силой тяжести. Эта сила диффузии — слѣдствіе взаимнаго притяженія частицъ воды и растворенной соли. Ей дали названіе осмотического давленія или натяженія.

Всѣ тѣла, обладающія свойствомъ растворяться въ жидкости, притягиваютъ растворитель и обратно имъ притягиваются. Известъ, положенная въ сосудъ, быстро притягиваетъ пары воды изъ атмосферы и настолько увеличивается въ объемѣ, что она ломаетъ сосуды.

Осмотическія притяженія очень очень интенсивны. Въ клѣткахъ растений они уравновѣшиваютъ 160 и даже больше атмосферъ. Очень



Фиг. 31.



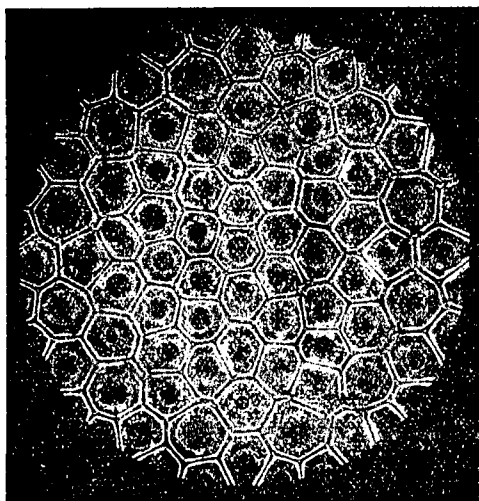
Фиг. 30.

Фиг. 30 и 31: Фотографіи искусственныхъ клѣтокъ, образованныхъ внутри жидкости притяженіями и отталкиваніями.

рѣдко они ниже 12 атмосферъ.

Хотя величина осмотическаго давленія очень значительна, ибо 342 грам. сахара раствореннаго въ водѣ даютъ давленіе въ 22 атмосферы, давленіе это однако не дѣйствуетъ на стѣнки сосуда, ибо растворитель противодѣйствуетъ движенію молекулъ. Для измѣренія этого давленія нужно отдѣлить тѣла перегородкой, непроницаемой для одного изъ нихъ. Перегородки въ силу этого называются полупроницаемыми. Можетъ быть было бы точнѣе назвать ихъ: неодинаково проницаемыми. Въ клѣткахъ растений перегородками служатъ стѣнки этихъ клѣтокъ.

Осмотическія явленія всегда сопровождаются образованіемъ двухъ противоположныхъ теченій, такъ называемыхъ: экзосмоса и эндосмоса, изъ которыхъ одно можетъ преобладать надъ другимъ.



Фиг. 32.

Фотографія искусственныхъ клѣтокъ, полученныхъ диффузіей.

Эти простыя молекулярныя притяженія и отталкиванія дѣйствующія внутри жидкости, управляютъ громаднымъ числомъ жизненныхъ явленій. Они, быть можетъ, являются одной изъ главныхъ причинъ образованія живыхъ существъ. Осмотическое давленіе, говоритъ Vant Hoff, основной факторъ различныхъ жизненныхъ функций животныхъ и растений. Vries полагаетъ, что оно управляетъ ростомъ растений. По Massart'у осмотическое давленіе управляетъ жизнью зародышей.

Такъ какъ молекулы, находящіяся внутри жидкости, притягиваются и отталкиваются на разстояніи, онѣ необходимо окружены полемъ силъ, т.-е. областью, въ которой проявляется дѣйствіе этихъ силъ.

Пользуясь притяженіями и отталкиваніями свободныхъ внутри жидкости частицъ, г. Leduc образовалъ изъ этихъ молекулъ геометрическія формы, совершенно аналогичныя формамъ клѣточекъ живыхъ организмовъ. Въ зависимости отъ употребляемыхъ смѣсей ему удавалось обнаруживать частицы, отталкивающіяся или приближающіяся, какъ электрическіе атомы. Разливая по стеклянной пластинкѣ растворъ нитрата поташа, на которую мы въ двухъ сантиметрахъ другъ отъ друга помѣщаемъ двѣ капли туши, мы получаемъ два полюса, линіи силъ которыхъ отталкиваются. Чтобы получить два противоположныхъ полюса съ притягивающимися линіями силъ, мы помѣщаемъ въ растворѣ упомянутой соли кристаллъ нитрата поташа и въ двухъ сантиметрахъ каплю крови. При соединеніи многихъ капель, образующихъ полюсы одного и того же названія, мы получаемъ многогранники, похожіе на клѣтки живыхъ существъ (фиг. 32). Когда соль кристаллизуется въ коллоидальномъ растворѣ, напримѣръ, въ растворѣ желатина, то въ силу того, что поля силъ кристаллизаций могутъ дѣйствовать въ направленіи обратномъ осмотическимъ притяженіямъ, форма кристалла мѣняется. Эти изслѣдованія бросаютъ яркій свѣтъ на начало основныхъ жизненныхъ явленій.

Изложенныя разсужденія объ устройствѣ матеріи могутъ быть резюмированы въ слѣдующихъ словахъ: какъ только удалось поднять завѣсу, скрывающую міръ въроятностей, матерія, на видъ столь инертная, оказалась обладающей крайне сложной организаціей и интенсивной жизнью. Ея начальный элементъ—атомъ представляетъ собой солнечную систему въ миниатюрѣ. Онъ состоитъ изъ частицъ, вращающихся другъ около друга. Эти частицы не касаются, онѣ преслѣдуютъ подъ вліяніемъ управляющихъ ими силъ свой вѣчный путь. Еслибъ эти силы прекратили на мгновеніе свое дѣйствіе, міръ и всѣ его обитатели мгновенно превратились бы въ невидимую пыль.

Къ этимъ чудовищно сложнымъ равновѣсіямъ интраатомной жизни прибавляются путемъ диссоціи атомовъ другія равновѣсія, еще больше ихъ усложняющія. Тайные законы, познаваемые только по нѣкоторымъ своимъ дѣйствіямъ, строятъ изъ атомовъ матеріальныя тѣла, изъ которыхъ образованы міры. Въ минеральномъ царствѣ строенія атомовъ очень просты. Они постепенно усложняются, какъ мы это теперь покажемъ. Наконецъ, по истеченіи длиннаго ряда вѣковъ, они даютъ крайне подвижныя химическія состоянія, изъ которыхъ образованы живыя вещества.

ГЛАВА ВТОРАЯ.

Подвижность и чувствительность матеріи. Измѣненія матеріальныхъ равновѣсій подѣ вліяніемъ измѣненія среды.

§ 1.—Подвижность и чувствительность матеріи.

Въ настоящее время мы находимся въ такомъ фазисѣ исторіи атомовъ, гдѣ они, подѣ вліяніемъ неизвѣстныхъ намъ причинъ, нами познаваемыхъ только на основаніи ихъ дѣйствій, дошли до образованія различныхъ соединений, образующихъ нашу планету и населяющихъ ее живыхъ существъ. Матерія возникла и сохраняетъ свое существованіе уже долгое время.

Она отстаиваетъ различнымъ образомъ свое существованіе, особенно, устойчивостью своихъ элементовъ. Эти элементы образуютъ химическія соединения, форма которыхъ мѣняется, но масса которыхъ практически остается постоянной при всѣхъ измѣненіяхъ.

Эти химическія соединения, образованныя взаиморасположеніемъ атомовъ, на видѣ очень устойчивы, но фактически они обладаютъ громадной подвижностью. Малѣйшія измѣненія среды и температуры, давленія и т. п. мгновенно видоизмѣняютъ движенія составныхъ элементовъ матеріи. На самомъ дѣлѣ, такое твердое на видѣ тѣло, какъ брусокъ стали, представляетъ только состояніе равновѣсія между его внутренней энергіей и внѣшней энергіей (теплотой, давленіемъ и т. п.), на него дѣйствующей. Матерія повинуется дѣйствію этихъ факторовъ подобно тому, какъ эластическая нить повинуется дѣйствующимъ на нее натяженіямъ, съ прекращеніемъ которыхъ нить вновь принимаетъ свою форму, если только натяженія не были слишкомъ значительны.

Подвижность элементовъ матеріи одно изъ свойствъ, которыя легче всего обнаружить. Достаточно коснуться рукой резервуара термометра, чтобъ замѣтить перемѣщеніе столбика жидкости. Молекулы этой жидкости удалились другъ отъ друга подѣ самымъ легкимъ вліяніемъ теплоты. Когда мы касаемся рукой куска металла, движенія его элементовъ тоже видоизмѣняются, но такъ слабо для воспримчивости нашихъ чувствъ, что они ихъ не воспринимаютъ: вотъ почему матерія намъ кажется мало подвижной.

Общая вѣра въ устойчивость матеріи поддерживается еще наблюденіемъ, ибо для того, чтобъ подвергнуть тѣло значительнымъ видоизмѣненіямъ, напимѣръ, чтобъ распла-

вить его или превратить въ паръ, необходимо употребить очень могущественныя средства.

Методы достаточно точнаго изслѣдованія показывали, наоборотъ, что матерія не только крайне подвижна, но что она обладаетъ еще безсознательной чувствительностью, превосходящей сознательную чувствительность живыхъ существъ.

Физиологи, какъ извѣстно, измѣряютъ чувствительность существа степенью раздраженія, необходимаго для полученія отъ него реакціи. Очень чувствительнымъ считается то существо, которое реагируетъ на слабыя раздраженія. Примѣняя къ грубой матеріи методъ подобнаго изслѣдованія, мы убѣждаемся, что она, на видъ наиболѣе неподвижная и наименѣе чувствительная, обладаетъ, на самомъ дѣлѣ, невѣроятной чувствительностью. Болومترъ, состоящій въ своей существенной части изъ тонкой платиновой проволоки, такъ чувствителенъ, что онъ реагируетъ (вслѣдствіе измѣненія электропроводности) на дѣйствіе луча свѣта весьма слабой интенсивности, способной повысить температуру только на стомилліонную долю градуса.

Съ развитіемъ средствъ изслѣдованія все болѣе обнаруживается эта крайняя чувствительность матеріи. Г. Н. Steele показалъ, что достаточно слегка коснуться пальцемъ желѣзной проволоки, чтобъ въ ней появился электрическій токъ. Извѣстно, что волны Герца на разстояніи сотенъ верстъ глубоко видоизмѣняютъ встрѣчаемые ими металлы, ибо они измѣняютъ ихъ электропроводность. На этомъ явленіи основанъ беспроволочный телеграфъ.

Крайней чувствительностью матеріи, на основаніи которой основанъ болومترъ и беспроволочный телеграфъ, пользуются для приготовленія разныхъ инструментовъ, употребляющихся въ промышленности; напримѣръ, телеграфонъ, Pulson'a, позволяющій сохранить и воспроизводить слова при помощи измѣненій магнитнаго состоянія стальной ленты, вращающейся между полюсами электромагнита, съ концами котораго соединенъ микрофонъ. Когда говорятъ передъ микрофономъ, самыя незначительныя колебанія тока въ цѣпи микрофона вызываютъ въ молекулахъ стальной ленты измѣненія магнетизма, слѣды котораго сохраняются въ металлѣ. Эти измѣненія позволяютъ воспроизводить слова при проведеніи ленты между полюсами электромагнита, вставленной въ телефонную цѣпь.

Эта чувствительность матеріи, идущая въ разрѣзъ съ тѣмъ, что намъ о ней говорило поверхностное наблюденіе, чѣмъ дальше, тѣмъ болѣе признается физиками. Вотъ почему выраженіе „жизнь матеріи“, лишенное смысла 25 лѣтъ тому назадъ, стало обычно теперь употребляться. Изслѣдованіе грубой матеріи все болѣе и болѣе открываетъ въ ней

свойства, когда-то считавшіяся исключительнымъ достояніемъ живыхъ существъ. Основываясь на фактъ, что „наиболѣе общій, наиболѣе чувствительный признакъ жизни есть электрическій отвѣтъ“ г. Bose показалъ, что „этотъ электрическій отвѣтъ, разсматриваемый вообще, какъ дѣйствіе неизвѣстной жизненной силы“, существуетъ въ матеріи. Остроумными опытами онъ показываетъ, что металламъ присуща „усталость“, что послѣ отдыха эта усталость у нихъ проходитъ, что на нихъ дѣйствуютъ раздражающія, угнетающія и ядовитыя вещества.

Не слѣдуетъ удивляться тому, что мы обнаруживаемъ въ матеріи свойства, которыя, казалось, принадлежать только живымъ существамъ. Безполезно искать простого объясненія этой еще не разгаданной тайны жизни. Обнаруженныя аналогіи вѣроятно указываютъ на то, что природа не слишкомъ разнообразить свои процессы творчества. Она строитъ всѣ существа, начиная съ минерала и кончая человѣкомъ, изъ похожихъ матеріаловъ, снабженныхъ общими свойствами. Она повсюду примѣняетъ простой принципъ наименьшаго дѣйствія, который лежитъ въ основѣ главныхъ формулъ механики. Принципъ этотъ, какъ извѣстно, выражается въ слѣдующихъ простыхъ словахъ, имѣющихъ глубокое значеніе: среди всѣхъ направленій, ведущихъ отъ одного положенія къ другому положенію, движущаяся подъ вліяніемъ силы матеріальная молекула принимаетъ только то направленіе, которое требуетъ наименьшей затраты энергіи. Когда-нибудь обнаружатъ, что принципъ этотъ примѣняется не только въ механикѣ, но и въ біологіи. Онъ, можетъ быть, причина неразрывности многихъ явленій.

§ 2. Измѣненія матеріальныхъ равновѣсій подъ вліяніемъ среды.

Матерія, такимъ образомъ, подобно всѣмъ существамъ, находится въ прямой зависимости отъ среды. Она измѣняется при малѣйшихъ измѣненіяхъ среды. Когда эти перемѣны не превосходятъ опредѣленныхъ предѣловъ, скорость и амплитуда движенія матеріальныхъ молекулъ измѣняются безъ измѣненія относительнаго положенія этихъ молекулъ. Когда эти предѣлы превзойдены, матеріальныя равновѣсія разрѣшаются или преобразуются.

При большинствѣ химическихъ реакцій имѣютъ мѣсто такіе преобразования равновѣсій.

Но во всякомъ случаѣ матерія настолько подвижна и настолько чувствительна, что самыя незначительныя перемѣны въ средѣ, напримѣръ, повышеніе или пониженіе температуры на одну миллионную градуса, сопровождаются соответственными преобразованіями матеріи, обнаруживаемыми инструментами изслѣдованія.

Матерія, какъ она намъ представляется, повторяю, только состояніе равновѣсія, связь между ея внутренними силами и внѣшними, на нее дѣйствующими. Послѣднія не могутъ измѣняться, не измѣняя первыхъ, такъ же, какъ нельзя касаться рукой одной изъ чашекъ вѣсовъ, не выводя одновременно изъ равновѣсія другой чашки.

Выражаясь математически, можно сказать, что свойства матеріи суть функціи многихъ переменныхъ температуръ и особенно давленія.

Эти различные факторы способны дѣйствовать отдѣльно, но ихъ дѣйствія могутъ также складываться. Для каждаго тѣла существуетъ опредѣленная критическая температура, выше которой данное тѣло не можетъ существовать въ жидкомъ состояніи. Оно тогда переходитъ въ газообразное состояніе и остается въ этомъ состояніи, каково бы ни было производимое на тѣло давленіе. Когда мы нагреваемъ воду въ закрытомъ сосудѣ, наступаетъ моментъ, когда она съ шумомъ пѣнкой превращается въ паръ, настолько невидимый, что сосудъ кажется совершенно пустымъ. Долгое время многіе газы считались непревращающимися въ жидкость, ибо не знали, что дѣйствіе давленія не играетъ никакой роли, если температура газа не спускается ниже критической точки. Угольный газъ легко превращается давленіемъ въ жидкость при температурѣ ниже 31 градуса. Выше этой температуры никакое давленіе не способно превратить его въ жидкость.

Слѣдуетъ поэтому считать матерію очень подвижной. Она находится въ неустойчивомъ равновѣсіи и въ сильной зависимости отъ среды. Она не имѣетъ ни одного независимаго свойства помимо свойства инерціи, обуславливающаго постоянство ея массы. Это единственное свойство, котораго не въ состояніи измѣнять никакія измѣненія среды, температуры, давленія и т. д. Если бъ матерія лишилась своей инерціи, то трудно было бы найти опредѣленіе для такой мѣняющейся субстанціи.

Несмотря на крайнюю подвижность матеріи, міръ, однако, кажется устойчивымъ. Онъ устойчивъ, но только потому, что въ настоящій фазисъ его эволюціи окружающая его среда измѣняется въ ограниченныхъ предѣлахъ. Видимое постоянство свойствъ матеріи вытекаетъ единственно изъ современнаго постоянства среды, въ которую она погружена.

Вліянію среды, которое игнорировали старые химики, стали приписывать громадное значеніе съ тѣхъ поръ, какъ было доказано, что отъ него зависятъ многія химическія реакціи, что реакціи эти различно измѣняются въ зависимости отъ иногда крайне слабыхъ переменъ въ температурѣ или давленіи. При значительныхъ измѣненіяхъ температуры

или давленія многія реакціи цѣликомъ преобразуются или становятся невозможными. Если бъ мы могли разсматривать тѣла только при опредѣленныхъ температурахъ, мы бы ихъ считали различными отъ этихъ же тѣлъ при обыкновенной температурѣ. При температурѣ жидкаго воздуха фосфоръ теряетъ свое сильное сродство къ кислороду и не дѣйствуетъ на него; сѣрная кислота, обыкновенно сильно дѣйствующая на лакмусовую бумагу, не дѣлаетъ ее красной.

При высокой температурѣ, напротивъ, появляются силы сродства, отсутствующія при обыкновенной температурѣ. Азотъ и углеродъ, не соединяющіеся ни съ какимъ тѣломъ при мало повышенныхъ температурахъ, легко соединяются со многими тѣлами при температурѣ въ 3000 градусовъ. Они образуютъ тогда когда-то неизвѣстные тѣла, напримѣръ, углеродистый кальцій. Кислородъ, не дѣйствующій на алмазъ, при высокой температурѣ имѣетъ такое сильное сродство къ этому тѣлу, что онъ соединяется съ нимъ, становясь бѣлокалильнымъ. Магній имѣетъ очень слабое сродство къ кислороду, но при достаточно сильной температурѣ, его сродство къ кислороду настолько сильно, что помѣщаемый въ атмосферѣ угольной кислоты, онъ ее разлагаетъ, поглощаетъ ея кислородъ и продолжаетъ горѣть, если его зажечь.

Итакъ, элементы матеріи находятся въ непрестанномъ движеніи: кусокъ свинца, камень, горная цѣпь, обладаютъ только видимою неподвижностью. Они переживаютъ всѣ измѣненія среды, постоянно видоизмѣняютъ свои равновѣсія, чтобы приспособляться къ этимъ измѣненіямъ. Природа не знаетъ покоя; если онъ гдѣ-либо и существуетъ, то во всякомъ случаѣ не въ мірѣ, нами обитаемомъ, и не въ населяющихъ этотъ міръ существахъ. Его тѣмъ болѣе нѣтъ въ смерти, которая есть не что иное, какъ смѣна опредѣленныхъ мгновенныхъ состояній равновѣсій тоже кратковременной продолжительности.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

Различныя формы матеріи. Газообразное состояніе, жидкое, твердое, и кристаллическое состояніе.

§ 1. Газообразное, жидкое и твердое состояніе.

Въ зависимости отъ внѣшнихъ силъ, дѣйствующихъ на матерію, она появляется въ различныхъ состояніяхъ: твердомъ, жидкомъ и газообразномъ. Новѣйшія изслѣдованія ясно показали, что между этими состояніями

нѣтъ глубокаго раздѣленія. Исслѣдованія Van der Vaals'a ясно показали неразрывность жидкаго и газообразнаго состояній матеріи. Неразрывность твердаго и жидкаго состояній тѣлъ была также обнаружена различными исслѣдователями. Подъ достаточнымъ давленіемъ твердыя тѣла пріобрѣтаютъ свойства жидкихъ тѣлъ, молекулы ихъ скользятъ однѣ по другимъ, и твердый металлъ становится текучимъ, какъ жидкость. „Законы гидростатики и гидродинамики, говоритъ Spring, примѣнимы къ твердымъ тѣламъ, подвергнутымъ сильнымъ давленіямъ“.

Этимъ свойствомъ самыхъ твердыхъ тѣлъ пріобрѣтать подъ опредѣленнымъ давленіемъ свойства жидкихъ тѣлъ пользуется американская промышленность, чтобъ готовить инструменты изъ стальныхъ брусковъ, находящихся подъ достаточнымъ давленіемъ, не подвергая этихъ брусковъ высокимъ температурамъ. Сталь, однако, мало ковкій металлъ.

Кристаллическое состояніе само по себѣ не можетъ установить яснаго раздѣленія между твердымъ и жидкимъ состояніемъ. Lehman показалъ существованіе полужидкихъ кристалловъ. Я самъ нашелъ средство готовить вязкіе кристаллы¹⁾.

Мы раньше показали, что жидкости, оставаясь въ жидкомъ состояніи, могутъ принимать геометрическія формы, близкія къ кристаллическому состоянію и легко обнаруживаемыя опредѣленными оптическими процессами.

На основаніи своихъ оптическихъ свойствъ жидкости считались изотропными, т. е. физически однородными тѣлами, обладающими одинаковыми оптическими свойствами по всѣмъ направленіямъ, особенно, свойствомъ вращенія въ одномъ направленіи лучей поляризованнаго свѣта. Въ настоящее время увеличивается число жидкостей болѣе или менѣе липкихъ. Когда мы ихъ помѣщаемъ между поляризаторомъ и анализаторомъ, жидкости эти, подобно анизотропнымъ тѣламъ, какими являются кристаллы, даютъ цвѣтные кресты.

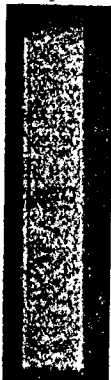
Въ общемъ, какъ мы это сейчасъ увидимъ, кристаллическое состояніе тѣла образуетъ частную форму матеріи, въ которой матерія пріобрѣтаетъ нѣкоторую индивидуальность, въ нѣкоторомъ отношеніи приближающую ее къ живымъ существамъ.

¹⁾ Надо просто держать при помощи длинныхъ щипцовъ пластинку изъ магніа въ кипящей ртути. Отъ охлажденія эта смѣсь превращается въ кристаллическія пластинки, вязкія лѣтомъ, какъ масло и, слѣдовательно, теряющія свою форму отъ давленія пальцемъ.

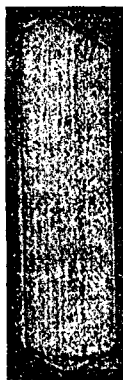
§ 2. — *Кристаллическое состояніе матеріи. Жизнь кристалловъ.*

Къ неизвѣстнымъ намъ силамъ, существованіе которыхъ мы узнаемъ только по нѣкоторымъ ихъ дѣйствіямъ, принадлежатъ силы, заставляющія молекулы тѣлъ принимать строгія геометрическія формы, называемыя кристаллическими.

Всѣ твердыя тѣла стремятся принять кристаллическую форму. Геометрическія равновѣсія, обусловливающія эти формы, придаютъ молекуламъ тѣлъ нѣкотораго рода индивидуальность. Они ихъ индивидуализируютъ въ той же формѣ, въ какой живое существо индивидуализируетъ элементы, взятые имъ изъ окружающей его среды.



Фиг. 33.



Фиг. 34.



Фиг. 35.

Три послѣдовательныхъ фазиса образованія кристалловъ по фотографіямъ профессора Schrön'a.

Выраженіе—индивидуализаціи матеріи,—обозначающее превращеніе матеріи въ геометрическое тѣло, не представляетъ ничего страннаго. Минеральное вещество характеризуется своей кристаллической формой, какъ живое существо характеризуется своимъ анатомическимъ строеніемъ. Прежде чѣмъ достигнуть своей опредѣленной формы, кристаллъ, какъ живое существо и растеніе, претерпѣваетъ, между прочимъ, послѣдовательную эволюцію. Подобно живымъ существамъ, а также растеніямъ, изуродованный кристаллъ умѣетъ исправить свое уродство. Въ дѣйствительности, кристаллъ—послѣдній этапъ особой формы жизни.

Среди фактовъ, подтверждающихъ эти соображенія, особенно интересны красивые опыты профессора Schrön'a надъ послѣдовательнымъ ходомъ преобразованій, ведущихъ матеріальныя молекулы къ кристаллическимъ формамъ. Вотъ

три основныхъ фазиса: 1) зернистое состояніе, 2) волокнистое состояніе, 3) гомогенное состояніе. Эти фазисы изображены на трехъ воспроизведенныхъ здѣсь фотографіяхъ, взятыхъ у упомянутаго ученаго. При полученіи кристалловъ изъ растворовъ образуются раньше шарики, внутри которыхъ скоро появляется зерненіе. Зерна эти удлиняются и принимаютъ волокнистый видъ (фиг. 34), который потомъ смѣняется гомогеннымъ состояніемъ (фиг. 35), дающимъ окончательную форму кристалловъ. Кристаллъ тогда заканчиваетъ циклъ своего развитія.

Эти законы образованія кристалловъ общи. Имъ подчиняются кристаллы изъ минеральныхъ веществъ, а также и кристаллы, которые по мнѣнію Schrön'a отдѣляются микроорганизмами. Согласно Schrön'у среди отдѣленій любого микроба всегда появляются кристаллы, характерные для каждой породы микробовъ.

Эти изслѣдованія показываютъ, что въ докристаллическій періодъ, т. е. во время своей молодости, будущій кристаллъ ведетъ себя, какъ живое существо. Онъ представляетъ собой развивающуюся ткань. Кристаллъ—это организованное существо, претерпѣвающее цѣлый рядъ преобразованій. Последнимъ членомъ этого ряда является кристаллическая форма такъ же, какъ послѣднимъ фазисомъ развитія жолудя является дубъ. Кристаллъ, такимъ образомъ, крайній фазисъ опредѣленныхъ равновѣсій матеріи, безсильной подняться до формы высшей жизни.

Изслѣдованія, выполнявшіяся различными способами подтверждаютъ предыдущія заключенія. Такъ, г. Cartaud обнаружилъ, что если шлифованные металлы облить растворомъ никриновой кислоты въ ацетонѣ, они даютъ „совершенно замѣтное микроскопическое клѣточное сплетеніе“.

„Клѣтки и кристаллы, говоритъ онъ, представляютъ собой видимую связь: мѣста одинаковаго кристаллическаго направленія обладаютъ клѣточнымъ сплетеніемъ, имѣющимъ особую форму и расположеніе. Это позволяетъ смотрѣть на кристаллы, какъ на агрегаты подобныхъ и подобно расположенныхъ клѣточекъ“. Клѣточная структура это—зачаточный періодъ, а кристаллическая структура—періодъ возмужалости.

Кристаллическое состояніе далеко не исключительное состояніе тѣлъ. Въ дѣйствительности къ кристаллической формѣ стремятся всѣ тѣла. Они ее принимаютъ, какъ только осуществляются опредѣленные условія среды. Соли, выдѣляющіяся изъ испаряющагося раствора, расплавленный и охлаждающійся металлъ всегда стремятся принять кристаллическую форму. Считая, какъ это теперь дѣлаютъ, что растворы представляютъ собой прямые аналогіи съ газами, мы

можемъ сказать, что наиболѣе обычныя формы материн—это газообразная и кристаллическая форма.

Въ природѣ только кристаллъ дѣйствительно обладаетъ устойчивой и опредѣленной формой. Обыкновенное живое существо, напротивъ, что-то крайне подвижное, всегда мѣняющееся. Оно живетъ, умираетъ и возрождается безъ конца. Его формы намъ кажутся только потому опредѣленными, что наши чувства воспринимаютъ только обрывки вещей. Глазъ не устроенъ для того, чтобы все видѣть. Въ безконечномъ разнообразіи формъ онъ видитъ только то, что ему доступно, и онъ полагаетъ, что этотъ искусственный предѣлъ есть предѣлъ дѣйствительный. То, что мы отмѣчаемъ въ живомъ существѣ, это только часть его дѣйствительной формы. Оно окружено парами, которые оно выдѣляетъ, и лучами со значительной длиной волнъ, которые оно постоянно излучаетъ, благодаря своей температурѣ. Если бы наши глаза были способны все видѣть, живое существо намъ представлялось бы въ видѣ облака съ измѣняющимися контурами¹⁾.

Откуда приходитъ кристаллъ, появляющійся въ растворѣ? Каковъ исходный пунктъ преобразованій, которыя претерпѣваютъ молекулы этого раствора, прежде чѣмъ онъ становится кристалломъ?

Наблюденіе показываетъ, что всѣ живыя существа, отъ бактерій до человѣка, всегда происходятъ отъ ранѣе родившихся существъ. Происходитъ ли то же самое съ кристалломъ? Порождаетъ ли его другое существо или онъ появляется произвольно?

Теперь благодаря изслѣдованіямъ Ostwald'a доказано, что эти два рода размноженія присущи кристалламъ. Въ опредѣленныхъ условіяхъ среды, напримѣръ, давленія, концентрированности растворовъ и т. д., жидкости могутъ кристаллизоваться только тогда, когда въ нихъ предварительно положенъ кристаллическій зародышъ. Образующіеся потомъ кристаллы можно считать, выражаясь словами Dastr'a въ его прекрасной книгѣ: „La Vie et la Mort“²⁾, потомками преж-

¹⁾ Глазъ нашъ не воспринимаетъ инфра-красныхъ радіацій, которыя безпрестанно лучеиспускаютъ живыя существа. Но допустимъ, что существуетъ существо, глазъ котораго такъ устроенъ (такими, между прочимъ, надо полагать, являются такъ называемыя ночныя животныя), что онъ воспринимаетъ только лучи съ большой длиной волны и неспособенъ воспринимать остальныхъ лучей спектра, воспринимающихся нами въ видѣ свѣтовыхъ явленій. Для такого существа животное представлялось бы въ видѣ облака съ неопредѣленными контурами, которое оно познаетъ при помощи отраженія инфра-красныхъ лучей парами воды, его окружающими.

²⁾ См. русск. пер. Бычковаго въ изд. „Прометей“. С.-Петербургъ 1913 г.

няго кристалла, такъ же какъ бактеріи, развивающіяся въ растворѣ, являются потомками бактерій, которыя мы ввели въ этотъ растворъ.

Существуютъ, однако, такія условія среды, въ которыхъ кристаллизація совершается безъ предварительнаго введенія зародышей. Такъ какъ эти условія намъ извѣстны, такъ какъ мы можемъ ихъ по желанію создавать, мы можемъ помѣстить растворъ въ такія условія, при которыхъ онъ произвольно кристаллизуется, или въ условія, при которыхъ кристаллизація происходитъ путемъ введенія соотвѣтственныхъ зародышей. Можно, такимъ образомъ, сказать, что кристаллъ воспроизводится двоякимъ образомъ: путемъ произвольнаго образованія или путемъ какъ бы особаго рода оплодотворенія.

Способность произвольнаго размноженія, присущая кристалламъ, отсутствуетъ, какъ извѣстно, у живого существа. Последнее размножается только оплодотвореніемъ, а не произвольно. Слѣдуетъ, однако, допустить, что въ геологическія времена первыя кліточки зарождались, не имѣя предковъ. Мы не знаемъ условій, позволившихъ матеріи впервые произвольно организоваться, но возможно, что когда-нибудь мы ихъ узнаемъ.

Мы видимъ, такимъ образомъ, какъ укрѣпляется понятіе о томъ, что кристаллъ—это промежуточное существо между грубой матеріей и живымъ существомъ, при чемъ онъ ближе стоитъ къ живымъ существамъ, чѣмъ къ грубой матеріи. Онъ сообщаетъ съ живыми существами владѣть упомянутыми нами качествами, а въ частности свойствомъ, указывающимъ, что жизнью своей онъ какъ будто обязанъ предкамъ. Кристаллическіе зародыши, которые мы вводимъ въ растворъ, чтобы его кристаллизировать, указываютъ на цѣлый рядъ предшествовавшихъ жизней. Они напоминаютъ зародышей живыхъ существъ, т.-е. сперматозоидовъ, которые включаютъ въ себѣ совокупность послѣдовательныхъ жизней расы и которые, несмотря на свою малость, соединяютъ всѣ детали послѣдовательныхъ преобразованій, черезъ которыя пройдетъ живое существо, пока оно достигнетъ возраста возмужалости.

Всѣ явленія этого порядка принадлежатъ къ категоріи необъяснимыхъ явленій, которыми полна природа и которыя умножаются, какъ только мы проникаемъ въ неизслѣдованныя области. Вещи тѣмъ болѣе усложняются, чѣмъ больше мы ихъ изучаемъ.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ.

Единство состава простых тѣлъ.

§ 4. Состоятъ ли различныя простыя тѣла изъ одного и того же элемента?

Подвергая опредѣленнымъ химическимъ реакціямъ различныя сложныя тѣла, существующія въ природѣ, мы ихъ, наконецъ, разлагаемъ и получаемъ элементы, которыхъ никакая реакція не въ состояніи разложить. Эти неразлагаемые элементы называются простыми тѣлами или химическими элементами. Изъ ихъ соединеній образована наша планета и населяющія ее существа.

Идея о томъ, что предполагаемые простые элементы происходятъ изъ одного единственного элемента, находящагося въ различныхъ состояніяхъ конденсаціи или соединенія, такъ легко напрашивается, что она возникла вмѣстѣ съ первыми успѣхами химіи. За отсутствіемъ доказательствъ она была оставлена, но вновь возникла, благодаря новымъ опытамъ надъ диссоціаціей матеріи, указавшимъ, что продукты диссоціаціи различныхъ тѣлъ состоятъ изъ однихъ и тѣхъ же элементовъ.

Факты еще раньше извѣстные показывали, что атомы самыхъ различныхъ тѣлъ обладаютъ нѣкоторыми общими свойствами. Самое важное, это сходство между теплоемкостью и электрическимъ зарядомъ, когда мы вмѣсто одинаковыхъ количествъ массы тѣлъ беремъ количества, пропорціональныя ихъ атомнымъ вѣсамъ.

Каждый знаетъ, что теплоемкость тѣлъ, т.-е. количество тепла, выраженное въ калоріяхъ, которое нужно сообщить тѣлу, чтобы повысить его температуру на одинаковое число градусовъ, измѣняется въ зависимости отъ тѣла. Такъ, напримѣръ, количествомъ теплоты, необходимымъ для повышения на 3° килограмма воды, можно повысить на 97° темп. килогр. ртути. Но если вмѣсто того, чтобы сравнивать равныя массы различныхъ тѣлъ, будемъ сравнивать количества, пропорціональныя ихъ атомнымъ вѣсамъ, мы обнаружимъ, что всѣ тѣла одинаково нагрѣваются отъ одного и того же количества тепла.

Электролизъ насъ также убѣждаетъ, что электрическій зарядъ тѣлъ пропорціоналенъ ихъ атомнымъ вѣсамъ.

Къ этимъ прежде извѣстнымъ фактамъ присоединяются факты, вытекающіе изъ новѣйшихъ изслѣдованій, изложенныхъ въ этой работѣ и показывающихъ, что при диссоціаціи

матеріи мы отъ различныхъ тѣлъ получаемъ сходные продукты. Можно, такимъ образомъ, поэтому навѣрно предположить, что всѣ тѣла образованы изъ одного и того же элемента.

Но даже когда доказательство этого единства состава всѣхъ тѣлъ будетъ полнымъ, оно будетъ имѣть только очень слабый практическій интересъ. Химическимъ анализомъ мы находимъ одни и тѣ же элементы въ картинѣ Rembrandt'a или на вывѣскѣ продавца винъ. Мы также знаемъ, что тѣло собаки и тѣло человѣка имѣютъ одинъ и тотъ же составъ. Но эти факты ничего не говорятъ о структурѣ анализируемыхъ тѣлъ. Въ отношеніи атомовъ намъ интересно знать архитектурные законы, дающіе возможность изъ сходныхъ матеріаловъ строить совершенно различныя зданія. То, что атомы хлора, алмаза и цинка состоятъ изъ одного и того же элемента, это болѣе, чѣмъ вѣроятно. Но какимъ образомъ этотъ элементъ придастъ атомамъ различныхъ тѣлъ столь различныя свойства? Это явленіе совершенно намъ неизвѣстно; мы даже безсильны строить по этому вопросу хотя бы нѣкоторую гипотезу.

Каковы бы ни были равновѣсія, существующія между атомами различныхъ жидкихъ тѣлъ, вѣрно то, что эти равновѣсія, несмотря на свою подвижность, обладаютъ очень большою устойчивостью, ибо при самыхъ могущественныхъ химическихъ реакціяхъ простыя тѣла всегда остаются неизмѣнными. Всѣ превращенія, черезъ которыя проходитъ какой-нибудь элементъ, не измѣняютъ ни его природы, ни его вѣса. Въ силу этого атомы до сихъ поръ считались неуничтожимыми.

Эта видимая неуничтожимость всегда придавала большую силу вѣрѣ въ неизмѣняемость химическихъ элементовъ. Мы, однако, скоро увидимъ, что при болѣе близкомъ изслѣдованіи вещей, доказательство это теряетъ свою цѣнность, ибо, даже не ссылаясь на диссоціацію матеріи, мы констатируемъ, что въ дѣйствительности одни и тѣ же тѣла способны настолько глубоко измѣнять свои свойства, что кажется, будто измѣнились они сами.

§ 2. Можно ли смотрѣть на простыя тѣла, какъ на элементы, обладающіе неизмѣннымъ постоянствомъ?

Въ началѣ развитія химіи методы анализа не отличались чувствительностью, а способы физическаго изслѣдованія, какъ напримѣръ, спектроскопъ, еще не были извѣстны. Могли поэтому отличать и, слѣдовательно, знать только тѣла, имѣющія ясно выраженныя особенности. Эти тѣла на видъ сильно отличались другъ отъ друга, и ихъ трудно было приближать другъ къ другу. Въ силу этого появлялись доктрины, подобныя доктринѣ, принятой тогда въ біологіи,

что химическіе элементы, какъ виды живыхъ существъ, неизмѣнны.

Послѣ терпѣливаго полувѣкового изслѣдованія биологи отказались отъ взгляда на неизмѣняемость видовъ, но химики еще защищаютъ свой взглядъ.

Открытые факты, однако, показали, что существуютъ между химическими элементами, какъ между видами живыхъ существъ, неоспоримые переходы. Слѣдовало только признать, что достаточно большое число простыхъ тѣлъ все не обладаютъ ясно выраженными особенностями, въ силу которыхъ они легко отличаются другъ отъ друга. Напротивъ, существуетъ много тѣлъ, настолько близкихъ другъ къ другу, т.-е. обладающихъ столь сходными свойствами, что никакія химическія реакціи не въ состояніи ихъ отличать. Ихъ даже вслѣдствіе этого долгое время не знали. Почти четверть извѣстныхъ простыхъ химическихъ тѣлъ, т.-е. около пятнадцати, настолько сходны по своимъ химическимъ свойствамъ, что только физическіе методы изслѣдованія (спектральныя линіи, электропроводность, теплоемкость и т. д.) позволяютъ ихъ различать. Таковыми тѣлами являются окиси нѣкоторыхъ металловъ. „Они, за исключеніемъ двухъ или трехъ, отличаются только своими физическими свойствами, химически они всегда тождественны. Они настолько тождественны, что до сихъ поръ никакая реакція не въ состояніи ихъ отличить. Для того, чтобъ получить ихъ въ болѣе или менѣе чистомъ видѣ, приходится прибѣгать къ практическому и грубому методу фракціонированія“ (Wuyouboff и Verneuil).

Другіе недавно открытые факты показываютъ, что самыя характерныя химическіе элементы, какъ обыкновенные металлы, представляютъ многочисленныя разновидности. Вокругъ каждаго элемента, вѣроятно, существуетъ нѣкая серія разновидностей, имѣющихъ общія свойства, но обладающихъ, однако, столь характерными особенностями, что ихъ можно на основаніи этихъ особенностей различать такъ же, какъ это имѣетъ мѣсто у видовъ живыхъ существъ. Мы скоро увидимъ, что серебро—не одинъ и тотъ же металлъ. По крайней мѣрѣ, существуетъ пять или шесть видовъ серебра, образующихъ различныя простыя тѣла. Таково, вѣроятно, желѣзо и другіе металлы.

Старая химія отмѣчала существованіе тѣлъ, кажущихся одинаковыми по своей природѣ, хотя отличающихся своими свойствами. Она назвала аллотропическими эти различныя состоянія одного и того же тѣла. Она потому не считала подобныхъ тѣлъ простыми, неизвѣстными тѣлами, что при помощи различныхъ реактивовъ ихъ всегда можно

было привести въ общее состояніе. Красный фосфоръ цѣликомъ отличается отъ бѣлаго фосфора, алмазъ не меньше отличается отъ угля. Но красный или бѣлый фосфоръ могутъ дать одно и то же соединеніе: фосфорную кислоту; алмазъ и уголь тоже даютъ одно и то же соединеніе: угольную кислоту.

При отсутствіи этихъ общихъ свойствъ, никогда не сумѣли бы облизать такія глубоко различныя, тѣла, какъ уголь и алмазъ, или бѣлый и красный фосфоръ. Бѣлый фосфоръ жадно поглощаетъ кислородъ; красный фосфоръ имѣетъ меньшее сродство къ кислороду. Бѣлый фосфоръ плавится при 44°, красный же фосфоръ не плавится ни при какой температурѣ. Онъ превращается въ паръ, минуя переходъ въ жидкое состояніе. Бѣлый фосфоръ самое ядовитое вещество, красный фосфоръ не ядовитъ. Такія же рѣзко выраженные различія существуютъ между углемъ и алмазомъ.

Тотъ самый мы наблюдаемъ у опредѣленныхъ металловъ, которые могутъ проявиться въ совершенно различныхъ формахъ. Г. Coste показалъ, что перекаленный селенъ очень хорошій проводникъ электричества. Вотъ почему онъ его называетъ металлическимъ селеномъ. Обыкновенный стекловидный селенъ, получающійся при быстромъ охлажденіи, напротивъ, изолируетъ и, слѣдовательно, не обладаетъ свойствами металловъ.

Пока аллотропическія состоянія наблюдались у очень небольшого числа тѣлъ, эти тѣла считались исключеніями. Чувствительные методы изслѣдованія, однако, показали, что то, что считалось исключеніемъ, на самомъ дѣлѣ проявленіе общаго закона. Ученый астрономъ Deslandres полагаетъ, что большая разница, которую мы наблюдаемъ въ спектрахъ многихъ тѣлъ, въ зависимости отъ температуръ, при которыхъ они образуются (напримѣръ, углеродъ и азотъ), обусловливается аллотропическими состояніями этихъ тѣлъ ¹⁾.

И безъ данныхъ спектральнаго анализа мы легко обнаруживаемъ, что самыя обыкновенныя тѣла, повидимому, больше всѣхъ извѣстныя, напримѣръ, желѣзо и серебро, появляются въ многочисленныхъ аллотропическихъ состояніяхъ, позволяющихъ ихъ считать различными видами одного и того же рода. Уже извѣстны шесть различныхъ видовъ желѣза и серебра, имѣющіе ясно выраженные особенности, хотя они обладаютъ нѣкоторыми общими реакціями, въ силу которыхъ ихъ когда-то сливали въ одно. Возможно, что новые способы изслѣдованія еще увеличатъ число этихъ видовъ. Позднѣйшія изслѣдованія свойствъ коллоидальныхъ металловъ, о которыхъ мы поговоримъ въ другой главѣ,

¹⁾ Comptes rendus de L'Academie des Sciences, 14 сентября 1903.

показываютъ даже, что нѣкоторые металлическіе виды способны настолько видоизмѣняться, что они цѣликомъ теряютъ свойства металловъ, отъ которыхъ они происходятъ, и ближе подходятъ къ органическимъ веществамъ, чѣмъ къ металламъ.

Но даже оставляя эти крайніе случаи коллоидальныхъ металловъ и рассматривая только самыя общія тѣла, приготовленныя совершенно обыкновенными средствами, мы должны признать, какъ мы это сейчасъ увидимъ, что одинъ и тотъ же металлъ можетъ проявляться въ формахъ, которыхъ нельзя сливать.

Извѣстно, что теплота, поглощающаяся или освобождающаяся простыми тѣлами при ихъ соединеніяхъ, количество постоянное, выражающееся опредѣленными цифрами и составляющее одно изъ основныхъ свойствъ этихъ тѣлъ. Цифры эти, когда-то считавшіяся неизмѣнными для каждаго тѣла, послужили для созданія специальной науки—термохиміи.

Какъ только были обнаружены аллотропическія формы металловъ, проверили эти цифры. Пришлось тогда признать, что въ зависимости отъ способа приготовленія тѣла, цифры эти могутъ быть въ двадцать разъ меньше или больше цифръ, получающихся отъ того-же тѣла, но приготовленнаго другимъ способомъ. О многихъ цифрахъ, до сихъ поръ отмѣченныхъ, можемъ сказать, что онѣ только грубыя приближенія.

Самъ Berthelot, одинъ изъ основателей электрохиміи, способствовалъ обнаруженію этого явленія. Вотъ цифры для серебра по даннымъ Comptes Rendus, отъ февраля 1901.

Цифры эти получены Berthelot въ зависимости отъ вида употреблявшагося металла. Цифры эти представляютъ теплоту растворенія одного и того же вѣса тѣла въ ртуть.

1) Кованное серебро въ тонкихъ листахъ: $+2.03$ калоріи.
2) Серебро, полученное превращеніемъ предыдущаго металла, въ теченіе 20 часовъ подвергнутаго температурѣ въ 500° — 550° въ струѣ кислорода: $+0.47$ калоріи.

3) Серебро, кристаллизованное въ видѣ иглозѣ, получающееся электролизомъ азотистаго серебра, раствореннаго въ 10 частяхъ воды: $+0.10$ калоріи.

4) Серебро, освободившееся отъ своего азота при помощи дѣйствія слюды; промытое и высушенное съ одной стороны при обыкновенной температурѣ: $+1.10$ калоріи.

5) Предыдущее серебро, просушенное при температурѣ въ 120° : $+0.76$ калоріи.

6) Предыдущее серебро, нагрѣтое до темнокраснаго каленія: $+0.08$ калоріи.

Очень вѣроятно, что еслибъ Berthelot сдѣлалъ свои

опыты тридцать лѣтъ тому назадъ, термохимія не существовала бы.

Съ точки зрѣнія защищаемой нами измѣняемости химическихъ элементовъ, эти результаты представляютъ большой интересъ.

Съ точки зрѣнія когда-то существовавшихъ взглядовъ, на которыхъ основана электрохимія, результаты эти довольно печальные. Г. Berthelot даетъ это чувствовать въ слѣдующихъ соображеніяхъ;

„Такъ какъ опытъ даетъ такія неравныя количества энергій, то ясно, что нельзя примѣнять съ увѣренностью къ обыкновеннымъ металламъ и вообще къ элементамъ, при спорѣ объ ихъ реакціяхъ, термохимическихъ цифръ, полученныхъ изъ различныхъ состояній тѣлъ.

„Состоянія серебра, которыя я изучалъ, за исключеніемъ одного, не отвѣчаютъ цифрѣ $+7$ калорій теплоты образованія окиси Ag^2O , которыя встрѣчаются въ трудахъ по термохиміи.

„Термохимическая разница для разныхъ состояній серебра можетъ подняться для одного атома серебра до 2 калорій, т.-е. для образованія окиси съ двумя атомами серебра (Ag^2O) получается скачекъ въ 4 калорій“.

Такимъ образомъ для предыдущаго примѣра, цифры, приведенныя въ книгахъ, не вѣрны приблизительно на 50%.

Berthelot спрашиваетъ, не имѣетъ ли мѣсто то же самое явленіе съ желѣзомъ, дающимъ много аллотропическихъ формъ. Это замѣчаніе, вѣроятно, можно отнести не только къ желѣзу, но и ко всѣмъ другимъ тѣламъ. Что же тогда остается отъ всѣхъ цифръ термохиміи, когда-то считавшихся совершенно точными.

Вѣроятно, отъ нихъ останется очень мало, такъ какъ если даже мы будемъ имѣть дѣло съ металлами, приготовленными одинаковымъ образомъ, мы не сможемъ быть увѣрены, что у насъ одно и то же тѣло; ибо его температура сущенія позволяетъ измѣнять его температуру образованія; также достаточно слегка измѣнить его физическое состояніе, чтобъ измѣнить его термическія свойства. Уже давно Фарадей замѣтилъ, что серебро, осаждающееся химическимъ путемъ на стеклянной пластинкѣ, обладаетъ большою силой отраженія, но слабой прозрачностью. Когда мы повышаемъ температуру стеклянной пластинки до 250° — 300° , серебро теряетъ большую часть своей силы отраженія и становится сильно прозрачнымъ. Фарадей отсюда выводилъ заключеніе, что серебро въ этихъ двухъ случаяхъ, должно быть, представляетъ двѣ различныхъ разновидности. Эти предположенія цѣликомъ оправдалъ опытъ.

Въ эпоху, когда были установлены данныя термохиміи, химики не могли иначе поступать, чѣмъ они поступали,

такъ какъ они тогда могли различать тѣла только реакціями, неспособными обнаружить даже основныя различія тѣлъ. Серебро, независимо отъ своего происхожденія, отъ дѣйствія селитряной кислоты, всегда неизмѣнно давало нитратъ серебра того же свойства, и оттуда всегда извлекали одинаковое количество металлическаго серебра. Какъ могли подозревать въ то время, что существуютъ въ дѣйствительности различныя металлы, хотя одинаково представляющіеся въ видѣ серебра?

Мы это теперь знаемъ, потому что наши методы изслѣдованія усовершенствовались. При дальнѣйшемъ ихъ усовершенствованіи возможно, какъ я это говорилъ, что число химическихъ разновидностей одного и того же тѣла еще увеличится.

Изложенные факты показываютъ тотъ важный и общій законъ, что простыя тѣла вовсе не состоятъ изъ неизмѣнныхъ элементовъ постоянной структуры, но изъ элементовъ, которые можно измѣнять въ широкихъ предѣлахъ. Каждое простое тѣло, это только тѣло, изъ котораго образуются очень различныя разновидности. Примѣняя къ металламъ ту же классификацію, какую примѣняемъ къ живымъ существамъ, мы можемъ сказать, что металлъ, какъ серебро или желѣзо, представляетъ родъ, имѣющій много видовъ. Всѣ виды одного рода, напримѣръ, рода серебра и рода желѣза, ясно отличаются другъ отъ друга, хотя они обладаютъ общими свойствами. Принимая во вниманіе, что въ минеральномъ мірѣ виды легко измѣняются, ибо, напримѣръ, видъ—бѣлый фосфоръ легко превращается въ красный фосфоръ; или видъ серебра, способнаго при соединеніяхъ съ другими тѣлами выдѣлять много калорій, легко превращается въ серебро, выдѣляющее меньше теплоты, мы можемъ поэтому утверждать, что химическіе элементы легче превращаются, чѣмъ виды животныхъ. Въ этомъ ничего удивительнаго, ибо организація послѣднихъ иначе устроена, чѣмъ организація первыхъ.

Итакъ, химическіе элементы способны видоизмѣняться. Мы, съ другой стороны, знаемъ, что атомы при извѣстныхъ условіяхъ могутъ диссоціироваться. Ограничена ли измѣняемость простыхъ тѣлъ? Можно ли, напротивъ, надѣяться, что удастся окончательно преобразовать простое тѣло? Мы теперь займемся этимъ вопросомъ.

ГЛАВА ПЯТАЯ.

Измѣняемость химическихъ элементовъ.

§ 1 — *Измѣняемость простыхъ тѣлъ.*

„Очень рѣдко случается, писалъ слишкомъ шестьдесятъ лѣтъ тому назадъ знаменитый химикъ Дюма, что мы открываемъ законы, управляющіе какой либо группой явленій, путемъ изслѣдованій тѣхъ явленій, которыя совершаются особенно интенсивно. Обыкновенно происходитъ противоположное. Почти всегда терпѣливый анализъ слабо и медленно протекающаго явленія открываетъ законы явленій, ранѣе ускользавшихъ отъ этого анализа“.

Вся исторія науки подтверждаетъ этотъ взглядъ. Внимательное изученіе колебаній висячей лампы привело Галилея къ открытію самаго важнаго закона механики; долгое изслѣдованіе тѣни волоса послужило Френелю основаніемъ для построенія теоріи, произведшей переворотъ въ оптикѣ; анализъ слабыхъ электрическихъ явленій при помощи примитивныхъ инструментовъ далъ возможность Вольта, Амперу и Фарадею создать науку, которая скоро стала самымъ важнымъ факторомъ цивилизаціи.

„Въ будущемъ, какъ и въ прошломъ, пишетъ г. Lucien, навѣрно самыя важныя открытія, которыя обнаружатъ передъ нами совершенно неизвѣстныя намъ области, выдвинутъ совершенно новыя горизонты, будутъ сдѣланы нѣкоторыми талантливыми изслѣдователями; гдѣ-то въ единеніи они будутъ продолжать свой упорный трудъ. Самыми простыми и дешевыми средствами они будутъ пользоваться для провѣрки самыхъ смѣлыхъ своихъ мыслей“.

Эти слова должны помнить независимые изслѣдователи, когда ихъ въ ихъ трудахъ останавливаетъ недостатокъ средствъ, или равнодушіе и презрѣніе, которыя чаще всего вызываетъ ихъ работа.

Почти нѣтъ ни одного физическаго явленія, которое, при внимательномъ и всестороннемъ изученіи, и при помощи самыхъ простыхъ средствъ изслѣдованія, не привело бы къ обнаруженію совершенно непредвидѣнныхъ фактовъ. Такъ, напримѣръ, внимательное изученіе потоковъ, порождаемыхъ въ кускѣ металла свѣтомъ, падающимъ на этотъ металлъ, послужило началомъ всѣхъ изложенныхъ въ этой книгѣ изслѣдованій. Оно также привело насъ къ признанію неосновательности вѣковой догмы науки о неуничтожимости матеріи.

Большой интересъ, представляемый подобными изслѣдованіями, упорно ведущимися, сводится къ тому, что они безпрестанно обнаруживаютъ неизвѣстные факты, такъ что изслѣдователь не знаетъ, въ какія безвѣстныя области эти факты его поведутъ. Мнѣ не разъ приходилось въ этомъ убѣдиться въ теченіе долгихъ лѣтъ, посвященныхъ мной моимъ опытамъ. При производствѣ этихъ опытовъ я преслѣдовалъ совершенно другую цѣль. Они меня случайно привели къ вопросу объ измѣняемости химическихъ элементовъ. Я, собственно говоря, привелъ эти объясненія, чтобъ оправдать себя въ томъ, что взялся за изслѣдованіе предмета, на первый взглядъ какъ будто выходящаго изъ рамокъ моихъ опытовъ.

Съ философской точки зрѣнія вопросъ объ измѣняемости химическихъ элементовъ имѣетъ такое же значеніе, какъ вопросъ объ измѣняемости живыхъ существъ, который такъ долго волновалъ науку.

Послѣдній вопросъ въ самомъ началѣ былъ смѣло поставленъ, и онъ былъ рѣшенъ въ пользу признанія измѣняемости органическихъ видовъ.

Главнымъ для этого доказательствомъ служило то, что живыя существа способны къ цѣлому ряду измѣненій, хотя ни разу еще не удалось достигнуть опытнымъ путемъ превращенія хотя бы одного живого вида въ другой.

Если бы намъ удалось значительно измѣнить химическіе элементы, мы могли бы признать возможность ихъ превращенія другъ въ друга, пользуясь тѣмъ же основаніемъ, какимъ для этой цѣли пользуются въ біологіи.

Мы сперва изложили въ предыдущей главѣ факты, обнаруживающіе измѣняемость химическихъ элементовъ, чтобъ приготовить читателя къ уясненію опытовъ, которые мы сейчасъ изложимъ.

Для преобразованія нѣкоторыхъ простыхъ тѣлъ я не пользовался сильными средствами, напримѣръ, высокой температурой, высокимъ потенциаломъ и т. д. Мы уже показали, что матерія, не поддающаяся дѣйствію могущественныхъ факторовъ, напротивъ, воспримчива къ дѣйствію слабыхъ возбудителей, если послѣдніе къ этому приспособлены. Въ силу таковыхъ своихъ свойствъ, матерія способна диссоциироваться подъ вліяніемъ слабаго луча солнца. Я уже отмѣтилъ громадную роль, которую играетъ примѣсь къ определеннымъ тѣламъ нѣкоторой дозы посторонняго вещества. Роль этихъ примѣсей стала для меня очевидной, когда я увидѣлъ ихъ свойство вызывать такія любопытныя явленія, какъ фосфоресценцію, и такія важныя явленія, какъ радиоактивность.

Разъ такія простыя средства вызываютъ такія важныя

явленія, то нельзя ли аналогичными дѣйствіями видоизмѣнить основныя свойства опредѣленныхъ элементовъ?

Основными свойствами элементовъ мы называемъ свойства, на видѣ неуничтожаемыя и служащія химіку средствомъ для классификаціи элементовъ. Такъ, напримѣръ, основное свойство алюминія это то, что металлъ этотъ при обыкновенной температурѣ не окисляется и не разлагаетъ воды. Когда мы прибавляемъ къ нему слабое количество нѣкоторыхъ постороннихъ тѣлъ и заставляемъ его при обыкновенной температурѣ окисляться и разлагать воду, мы имѣемъ право сказать, что мы измѣнили его основныя свойства.

Такъ какъ эти опыты, вытекающіе изъ совокупности нашихъ изслѣдованій, были для насъ побочными, мы ихъ производили только надъ тремя металлами, надъ алюминиемъ, магніемъ и ртутью. Опыты эти нуждаются въ нѣкоторыхъ, хотя бы и простыхъ техническихъ указаніяхъ. Мы поэтому даемъ ихъ подробное описаніе въ части этой работы, исключительно посвященной опытамъ. Читатель тамъ увидитъ, что при соприкосновеніи двухъ первыхъ изъ упомянутыхъ металловъ со слѣдами различныхъ веществъ, напримѣръ, со слѣдами дистиллированной воды, служившей для промыванія пустого флакончика, въ которомъ раньше содержалась ртуть, металлы эти настолько измѣняютъ свои основныя свойства, что если эти свойства служили для ихъ классификаціи, приходится послѣ этого ихъ совершенно переклассифицировать. Эти, обыкновенно не дѣйствующіе на воду металлы, послѣ примѣси ее сильно разлагаются; алюминій мгновенно окисляется въ воздухѣ, покрываясь быстро увеличивающимися толстыми снопиками. Они придаютъ полированному алюминиевому зеркалу видъ луга.

Когда факты эти отъ моего имени были представлены въ академію наукъ, были предложены для ихъ объясненія многія гипотезы. Г. Berthelot замѣтилъ, что металлы эти могли образовать электрическіе пары. Этимъ парамъ можно приписать замѣчательныя явленія, такъ что мы имѣемъ дѣло не съ свойствами металловъ, но съ свойствами этихъ паровъ. Объясненіе это было въ общемъ признано недостаточнымъ.

Другіе ученые сравнивали подобнымъ образомъ преобразованные металлы со сплавами, которые по нѣкоторымъ современнымъ воззрѣніямъ даютъ соединенія съ опредѣленными отношеніями образующихъ ихъ частей; соединенія эти растворены въ излишкѣ одного изъ металловъ сплава. Но полученныя въ сплавахъ измѣненія, напримѣръ, твердости, плавкости и т. д. всегда физическаго характера. Мы ни въ

одномъ изъ силавовъ не замѣчаемъ химическихъ преобразованій, подобныхъ тѣмъ, которыя мы получаемъ.

Дальнѣйшія изслѣдованія навѣрно дадутъ много такихъ фактовъ. Химія уже владѣетъ нѣкоторымъ числомъ этихъ фактовъ. Я уже сказалъ, что мало такихъ несходныхъ тѣлъ, какъ красный и бѣлый фосфоръ. Многими своими основными химическими свойствами, между прочимъ, своимъ окисленіемъ, они почти столь же отличаются другъ отъ друга, какъ натръ и желѣзо. Однако достаточно прибавить къ бѣлому фосфору слѣды іода или селена, чтобы превратить его въ красный фосфоръ.

Не менѣе типичны примѣры желѣза и стали, чистаго и обыкновеннаго желѣза. Каждый знаетъ, что сталь, столь непохожая на желѣзо по виду и по своей твердости, химически отличается отъ желѣза только тысячными долями углерода. Извѣстно также то, что свойства чистаго желѣза отличаются отъ свойствъ обыкновеннаго желѣза. Обыкновенное желѣзо, на самомъ дѣлѣ, не окисляется въ сухомъ воздухѣ. Чистое желѣзо, полученное накаливаніемъ окиси желѣза въ струѣ водорода, настолько, напротивъ, окисляется, что оно загорается въ воздухѣ. Оно поэтому называется пирофорнымъ желѣзомъ.

Эти факты вызываютъ вопросъ, не обязаны ли многіе обыкновенные металлы своими извѣстными свойствами вліянію безконечно малаго количества другихъ тѣлъ.

Обыкновенно мы этихъ тѣлъ въ металлахъ не замѣчаемъ. Когда ихъ обнаруживаетъ анализъ, мы эти металлы называемъ нечистыми. Мы увидимъ, что самыя важныя органическія соединенія, напримѣръ, діастазы, теряютъ всѣ свои свойства, какъ только мы ихъ освобождаемъ отъ слѣдовъ нѣкоторыхъ металловъ, существованіе которыхъ прежде и не подозрѣвалось въ этихъ соединеніяхъ.

Факты, нами обнаруженные, а также имъ подобные, кажется, достаточно указываютъ, что простыя тѣла совсѣмъ не обладаютъ приписывавшейся имъ неизмѣняемостью.

Допустить, что они измѣняемы, это то же самое, что допустить, что ихъ можно преобразовать. Этотъ фактъ приводитъ къ старому вопросу о превращеніи тѣлъ, который такъ занималъ средневѣковыхъ алхимиковъ и къ которому современная наука относится, какъ къ вопросу о квадратурѣ круга или къ вопросу о *perpetuum mobile*. Когда-то считавшійся пустымъ, вопросъ этотъ вновь выплылъ и занимаетъ самыхъ выдающихся химиковъ.

„Великое открытіе, которое слѣдовало бы теперь слѣлать, пишетъ г. Moissan, состоитъ не въ томъ, чтобы увеличить число химическихъ элементовъ, но чтобы ихъ умень-

шить, переходя по опредѣленному методу отъ одного простого тѣла къ другому.

Удастся ли намъ добиться превращенія другъ въ друга простыхъ тѣлъ, которое бы сыграло въ химіи такую важную роль, какъ открытіе законовъ горѣнія, сдѣланное великимъ Лавуазье? Намъ остается рѣшить еще много великихъ вопросовъ. Минеральная химія, которая, казалось, цѣликомъ уже изслѣдована, находится только на зарѣ своего развитія“.

Въ самомъ дѣлѣ, современная теорія объ электролитической диссоціаціи заставляетъ химиковъ признать, какъ обычное явленіе, превращеніе матерій въ томъ простомъ видѣ, какъ объ этомъ мечтали алхимики; ибо достаточно растворить какую нибудь соль въ водѣ, чтобы получить это превращеніе.

Теорія электролитической диссоціаціи говоритъ намъ, что въ растворѣ соли, напримѣръ, въ растворѣ хлористаго калия, атомы хлора и калия отдѣляются и остаются одновременно внутри раствора. Хлористый калий какъ будто диссоціируется въ хлоръ и въ калий единственнымъ фактомъ растворенія.

Но калий-металлъ, который не можетъ пребывать въ водѣ, не разлагаясь энергично, также не можетъ быть въ присутствіи хлора и не соединиться съ нимъ энергично: мы въ силу этого должны допустить, что въ растворѣ калий и хлоръ пріобрѣтаютъ новыя свойства, отличныя отъ свойствъ, которыми эти тѣла обыкновенно обладаютъ. Это ведетъ къ признанію того, что атомы этихъ тѣлъ цѣликомъ преобразовались. Между прочимъ, это и признаютъ, ибо явленіе это объясняютъ слѣдующимъ образомъ: полагаютъ, что въ растворѣ атомы хлора и калия образованы изъ іоновъ, заряженныхъ противоположными электричествами, которыя нейтрализуются въ обыкновенномъ хлорѣ и калиѣ. Существуетъ такимъ образомъ два очень различныхъ вида калия: калий нашихъ лабораторій со всѣми намъ извѣстными его свойствами и іонизированный калий, не имѣющій съ первымъ никакого родства. То же самое можно сказать о хлорѣ.

Теорію эту потому приняли, что она облегчаетъ вычисленія. Но ясно, что она считаетъ, что атомъ очень легко преобразуется, ибо достаточно растворить тѣло въ водѣ, чтобы окончательно преобразовать его основные элементы.

Многіе химики, между прочимъ, далеко пошли въ этомъ направленіи. Н. Sainte-Claire Deville объявилъ своимъ ученикамъ, что онъ не вѣритъ въ постоянство элементовъ въ соединеніяхъ. Оствальдъ, профессоръ химіи Лейпцигскаго университета, также говоритъ, что элементы химическихъ соединеній, должно быть, въ соединеніяхъ перестаютъ существовать, какъ таковые. „Противорѣчиво было бы, гово-

рить Оствальдъ, допустить, что матерія, подвергаясь химической реакціи, не исчезаетъ, превращаясь во что-то, снабженное другими свойствами“. Окись желѣза, напримѣръ, не содержитъ, согласно этому мнѣнію, желѣза и кислорода. Подвергая желѣзо дѣйствію кислорода, мы окончательно преобразуемъ желѣзо и кислородъ. Получая изъ полученной такимъ образомъ окиси желѣза, желѣзо и кислородъ, мы производимъ противоположное преобразование. „Развѣ эта не безсмыслица допустить, говоритъ Оствальдъ, что опредѣленное вещество продолжаетъ существовать послѣ того, какъ оно потеряло всѣ свои свойства. На самомъ дѣлѣ, это чисто формальная гипотеза имѣетъ исключительно цѣлью согласовать общія явленія химіи съ совершенно произвольнымъ понятіемъ о матеріи, какъ о чемъ то неизмѣнномъ“.

Изъ сказаннаго вытекаетъ, что равновѣсія элементовъ, составляющихъ атомъ, легко видоизмѣняются. Но неоспоримо также и то, что элементы эти стремятся принять опредѣленные формы равновѣсія, характерныя для каждаго изъ нихъ, ибо послѣ всевозможныхъ видоизмѣненій, эти элементы снова могутъ придти въ первоначальную форму равновѣсія. Мы можемъ такимъ образомъ сказать, что и при современномъ состояніи науки доказана измѣняемость химическихъ элементовъ. Располагаемые нами средства однако недостаточны, и мы можемъ измѣнить эти элементы въ очень узкихъ границахъ.

§ 2. Измѣняемость сложныхъ тѣлъ.

То, что было сказано по поводу измѣняемости простыхъ тѣлъ и способовъ ея обнаруженія, одинаково примѣняется и къ химическимъ сложнымъ тѣламъ. Въ настоящее время существуетъ цѣлая область техники, приготавливающая калильныя лампочки и основанная на измѣненіи нѣкоторыхъ свойствъ сложныхъ тѣлъ, когда къ нимъ прибавляютъ незначительное количество другихъ тѣлъ.

Когда мы пропитываемъ колпачки этихъ лампочекъ окисью чистаго торія, они при нагрѣваніи не становятся свѣтящимися или свѣтятъ очень слабо. Отъ прибавленія къ окиси торія 1% окиси церія лампочки даютъ извѣстный всѣмъ яркій свѣтовой эффектъ. Прибавляя или уменьшая въ смѣси количество окиси церія, мы тотчасъ ослабляемъ свѣтовой эффектъ. Мы имѣемъ здѣсь дѣло съ совершенно непредвидѣннымъ явленіемъ, вотъ почему приготовленіе этихъ лампочекъ досталось цѣной долгихъ изслѣдованій.

Но возможно, что этотъ же принципъ чаще всего оправдываютъ химическія явленія, происходящія въ орга-

низахъ живыхъ существъ. Различные ферменты совершенно теряютъ свои свойства, когда мы лишаемъ ихъ слѣдовъ минеральныхъ веществъ, въ нихъ содержащихся, особенно магnezin. Возможно, что тѣла, подобно мышьяку, который мы въ безконечно-малыхъ количествахъ извлекаемъ изъ многихъ тканей, играютъ громадную роль, которая не подозрѣвалась старой химіей.

Вѣроятно, дѣйствіямъ незначительнаго количества примѣшаннаго посторонняго тѣла обязаны различія, наблюдающіяся у сложныхъ тѣлъ, которыя иногда считаются одинаковыми и которыя сильно мѣняются въ зависимости отъ своего происхожденія. Когда-то опредѣленные простые вещества, напримѣръ, сахаръ, хлорофилъ, гемоглобинъ, никотинъ, эссенціи и т. д., считались одинаковыми, независимо отъ вырабатывающаго ихъ живого существа.

Armand Gautier показалъ, что это невѣрно. „Принадлежа всегда къ одной и той же химической семьѣ, эти простые тѣла при болѣе близкомъ ихъ изученіи измѣняются, при переходѣ отъ одного рода растенія къ другому роду растенія, въ отношеніи изомеріи, замѣщенія и окисленія; въ общемъ они превратились въ другія опредѣленные химическія тѣла. То же самое наблюдается у животныхъ. Существуетъ не гемоглобинъ вообще, но гемоглобинъ соотвѣственно каждому виду.

Констатируя различія у сходныхъ тѣлъ, но различнаго происхожденія, Armand Gautier не объясняетъ причинъ этого явленія. Путемъ аналогіи я допускаю, что различія эти происходятъ отъ незначительныхъ примѣсей другихъ тѣлъ и отъ измѣненія количествъ этихъ примѣсей.

Я ужъ сказалъ, что органическіе ферменты теряютъ свои свойства, какъ только мы ихъ лишаемъ слѣдовъ содержащихся въ нихъ металлическихъ веществъ. Гемоглобинъ, который, повидимому, отсутствуетъ, какъ каталитическій ферментъ, содержитъ желѣзо, количество котораго мѣняется въ зависимости отъ родовъ животныхъ.

Мы видимъ, такимъ образомъ, что принципъ измѣненія свойства тѣла при помощи прибавленія къ тѣлу незначительнаго количества другихъ тѣлъ имѣетъ общее значеніе ¹⁾. Но это только формулировка опытныхъ наблюденій,

¹⁾ Важность этихъ соображеній была извѣстна всѣмъ химикамъ. Это показываетъ статья г. Dubois'a, профессора химіи естественнаго факультета въ Греноблѣ, напечатанная въ *Revue Scientifique* отъ 2 января 1904 г. Вотъ изъ нея выдержка. „Чтеніе послѣднихъ записокъ Густава Лебона привело меня къ новой теоріи объ устройствѣ тѣлъ, находящихся во многихъ аллотропическихъ состояніяхъ.

Я думаю, что изъ трехъ извѣстныхъ разновидностей фосфора, бѣлый фосфоръ, красный фосфоръ и фіолетовый фосфоръ, одна раз-

тайныя причины которыхъ для насъ неизвѣстны. Частныя, такимъ образомъ, полученныя соединенія, о которыхъ мы поговоримъ въ ближайшей главѣ, не подчиняются основнымъ законамъ химіи. Различныя примѣненія этого принципа мнѣ показали, что принципъ этотъ сыграетъ полезную роль не только въ химіи и физикѣ, но и въ терапевтикѣ.

Я основываю свои слова на изслѣдованіяхъ, сдѣланныхъ мной уже нѣсколько лѣтъ тому назадъ въ области изученія совершенно новыхъ свойствъ, приобретаемыхъ при извѣстныхъ условіяхъ диссоціированнымъ кофеиномъ вслѣдствіе примѣси слабыхъ дозъ теборомина (алколоидъ, дѣйствующій на организмъ только при высокихъ дозахъ, когда онъ изолированъ). Согласно опытамъ, произведеннымъ при помощи разныхъ аппаратовъ надъ большимъ числомъ тѣлъ (многіе изъ этихъ опытовъ были повторены профессоромъ Charles Henry'емъ въ одной изъ сорбонскихъ лабораторій), тебороминированный кофеинъ самый энергичный мускульный раздражитель. Наблюденія, сдѣланныя надъ нѣкоторыми артистами и писателями, одинаково мнѣ доказали его особенное дѣйствіе на духовную дѣятельность.

Опыты, произведенныя съ цѣлью изученія измѣняемости сложныхъ химическихъ тѣлъ, очевидно, не имѣютъ такого значенія, какъ опыты, относящіеся къ вопросу объ измѣняемости простыхъ тѣлъ, ибо химія ужъ давно умѣетъ видоизмѣнять при помощи различныхъ реакцій сложныя тѣла. Я ихъ упомянулъ съ цѣлью показать, что методы, примѣняющіеся для измѣненія свойствъ простыхъ тѣлъ, могутъ примѣняться ко многимъ сложнымъ тѣламъ. Я хотѣлъ также указать на слѣдствія, вытекающія изъ этого явленія. Старая химія считала, что сложныя тѣла, напримѣръ, азотно-кислосеребро, получаютъ путемъ соединенія въ строгой пропорціи опредѣленныхъ элементовъ. Вѣроятно, это не такъ. Законъ постоянныхъ отношеній только приблизительно вѣренъ, какъ законъ Мариотта. Онъ кажется точнымъ только благодаря несовершенству нашихъ средствъ наблюденія.

Что касается измѣняемости простыхъ тѣлъ, то приходится замѣтить, что въ силу очень серьезныхъ соображеній, вытекающихъ изъ нашихъ изслѣдованій, трудно допустить,

новидность есть простое тѣло, остальные двѣ только соединеніе первой съ элементомъ очень слабаго атомнаго вѣса, похожимъ на частицы радиоактивныхъ тѣлъ.

Когда кислородъ медленно окисляетъ бѣлый фосфоръ, онъ отбираетъ у него этотъ элементъ, и, соединяясь съ послѣднимъ, даетъ озонъ, который, такимъ образомъ, является соединеніемъ кислорода и этого неизвѣстнаго элемента.

Это, конечно, только гипотеза, но если бъ опытъ ее подтвердилъ, она бы насъ ввела въ область невѣсомой химіи, горизонты которой намъ впервые показалъ Густавъ Лебонъ.

что атомъ способенъ къ полнымъ измѣненіямъ равновѣсій. Мы видѣли, что атомъ колоссальный источникъ энергій. Такимъ образомъ, вопли въроятно, что для полного его превращенія мы должны обладать количествомъ энергій, далеко превышающимъ имѣющуюся въ нашемъ распоряженіи энергію.

Опытъ однако показываетъ, что если мы не въ состояніи окончательно разрушить атомныя равновѣсія, мы тѣмъ не менѣе можемъ ихъ видоизмѣнить. Мы знаемъ также, что простыми способами мы можемъ вызывать диссоціацію матеріи и, слѣдовательно, освободить часть ея энергій. Итакъ, мы не въ состояніи сообщить атому достаточнаго количества энергій, чтобы его преобразовать, но мы можемъ надѣяться, что намъ удастся лишитъ его части его энергій, т. е. заставить его претергивать измѣненія, вліяющія на дальнѣйшій ходъ его развитія. Лишившись части своей энергій, атомъ ужъ не можетъ стать тѣмъ, чѣмъ онъ былъ до потери этой части энергій, а это указываетъ на дѣйствительное превращеніе атома.

Сопоставляя выше изложенные факты, мы приходимъ къ тому заключенію, что матерія, у которой наши опыты отняли безсмертіе, не обладаетъ и приписываемымъ ей постоянствомъ. Мы также на основаніи этихъ опытовъ можемъ объявить ложнымъ господствующій взглядъ на неизмѣняемость простыхъ тѣлъ.

Глубокія аллотропическія видоизмѣненія, видоизмѣненія тѣлъ въ электролитическихъ растворахъ, измѣненія многихъ тѣлъ при наличности очень слабаго количества нѣкоторыхъ другихъ тѣлъ, легкость съ которой простые тѣла диссоциируютъ, одинаковость продуктовъ радіоактивныхъ тѣлъ—все это заставляетъ насъ отказаться отъ классическихъ воззрѣній и формулировать слѣдующій принципъ:

Химическіе элементы такъ же, какъ и живыя существа, измѣняются.

ГЛАВА ШЕСТАЯ.

Химическія равновѣсія матеріальныхъ элементовъ.

§ 1. Химическія равновѣсія матеріальныхъ веществъ.

Различные элементы, вступая въ соединенія, могутъ образовывать тѣла съ возрастающей сложностью организаціи, начиная съ минераловъ, образующихъ нашу планету, и кончая тканями живыхъ существъ.

Химія уже давно изучаетъ эти соединенія. Можно было

предположить, что мы вступаемъ въ уже извѣстную область. Однако, приходится, напротивъ, признать что мы имѣемъ дѣло съ міромъ, многія части котораго намъ совершенно неизвѣстны.

Такъ какъ только минеральное царство было доступно старымъ способамъ изслѣдованія, то естественно, что прежде всего его могли изучать. Это изученіе сравнительно было не труднымъ, вотъ почему въ началѣ химія казалась простой и точной наукой.

Минеральныя вещества, на самомъ дѣлѣ, въ общемъ состоятъ изъ очень маленькаго числа элементовъ: изъ кислорода, водорода, сѣры и т. д. Соединенія эти обладаютъ постояннымъ составомъ и представляютъ мало сложныя молекулярныя строенія.

Явленія усложняются только тогда, когда мы подходимъ къ соединеніямъ, выработаннымъ въ тканяхъ живыхъ существъ. Молекулярныя строенія тогда отличаются исключительной сложностью структуры, очень большой подвижностью, необходимой для быстрого вырабатыванія энергіи, идущей на поддержаніе жизни. Элементарное строеніе минеральнаго міра, состоявшее только изъ нѣсколькихъ камней, превращается теперь въ цѣлый городъ. Структура органическихъ веществъ иногда настолько усложняется, что мы совершенно не способны ее постигать.

Несмотря на то, что минеральныя строенія на видъ очень просты, намъ недостаетъ многого, чтобы узнать природу равновѣсій, ихъ порождающихъ. Намъ только извѣстны дѣйствія, производимыя этими равновѣсіями. Мы не въ состояніи знать, чѣмъ атомъ сѣры отличается отъ атома кислорода или отъ всякаго другого атома. Мы также безсильны понять причину, отъ которой зависятъ различныя свойства соединеній, образуемыхъ этими атомами. Нѣтъ такихъ свойствъ у элементовъ, которыхъ мы бы не измѣняли при преобразованіи структуры молекулярныхъ строеній, содержащихъ эти элементы.

Какія свойства твердаго алмаза мы обнаруживаемъ въ углекисломъ газѣ, происходящемъ отъ соединенія алмаза съ кислородомъ? Какія свойства удушливаго хлора, натра сохраняетъ образованная ихъ соединеніями морская соль. Какодиль и мышьякъ очень ядовитыя вещества, поташъ очень ѣдкое вещество; между тѣмъ какодилать поташа, содержащій 42% мышьяка, неѣдкое и неядовитое вещество.

Свойства элементовъ, такимъ образомъ, могутъ окончательно измѣняться отъ перемѣны въ расположеніи составляющихъ ихъ атомовъ. Въ химіи, такъ же, какъ въ архитектурѣ форма постройки имѣетъ большее значеніе, чѣмъ матеріалъ, изъ котораго она образована.

Важность структуры молекулярныхъ соединенийъ особенно проявляется въ изомерныхъ тѣлахъ, т. е. въ тѣлахъ, имѣющихъ одинаковый химическій составъ, но тѣмъ не менѣе отличающихся другъ отъ друга своими свойствами. Такъ называемыя метамерно-изомерныя тѣла не только имѣютъ одинаковый химическій составъ, но часто содержатъ одинаковое число атомовъ въ молекулѣ.

Въ такъ называемыхъ полимерныхъ тѣлахъ химическій составъ одинаковый; измѣняется только молекулярный вѣсъ или благодаря конденсаціи или вслѣдствіе раздвоенія молекулъ. Такъ, по крайней мѣрѣ, объясняютъ это явленіе. Еслибъ мы могли образовать изъ извѣстныхъ намъ металловъ полимерные элементы, мы бы, вѣроятно, получили новыя тѣла, точно такъ же, какъ при нагреваніи ацетилену мы его превращаемъ въ бензолъ. Въ силу того только, что три молекулы ацетилену C_2H_2 присоединились къ самимъ себѣ, онѣ образовали совершенно новое тѣло: триацетиленъ или бензолъ.

Пока химіи приходилось имѣть дѣло лишь съ простыми соединениями минеральнаго міра, съ водою, кислотами, минеральными солями и т. д., составъ которыхъ ей былъ извѣстенъ, ей удавалось путемъ измѣненія ихъ состава видоизмѣнять ихъ свойства и получать по желанію новыя тѣла.

Возьмемъ, на примѣръ, болотный газъ, или форменъ, (C_2H_4) состоящій изъ углерода и водорода. Замѣняя послѣдовательно атомъ водорода атомомъ хлора, мы получаемъ различные продукты, какъ однохлористый форменъ или хлористый метиль (C_2H_3Cl) , двухлористый форменъ $(C_2H_2Cl_2)$, трехлористый форменъ или хлороформъ (C_2HCl_3) и четырехлористый углеродъ (C_2Cl_4) .

Такъ какъ эти реакціи очень простыя, онѣ выражаются очень простыми формулами. Если бѣ химія оставалась на такомъ фазисѣ развитія, ее могли бы считать вполне сложившейся наукой. Изученіе химическихъ равновѣсій органическихъ веществъ показало недостаточность старыхъ химическихъ теорій.

§ 2. Химическія равновѣсія органическихъ веществъ.

Какъ только химія перешла границы неорганическаго міра и вступила въ міръ органической, явленія все болѣе и болѣе стали усложняться; легко была обнаружена наличность равновѣсій, независящихъ отъ одинаковаго состава тѣлъ. Такимъ образомъ оказалось, что эти равновѣсія не могутъ быть выражены обычными формулами, если только мы не желаемъ, чтобъ одна и та же формула выражала различныя тѣла. Пришлось отказаться отъ старыхъ мето-

довъ и приблизиться къ геометрическимъ фигурамъ, чтобы приблизительно представить обнаружившіяся структуры. Вначалѣ допустили (между прочимъ противъ всякаго вѣроятія), что атомы располагаются на плоскости по геометрическимъ фигурамъ, изъ которыхъ типичными являются шестиугольники. Потомъ, признали, что они необходимо располагаются по тремъ направленіямъ въ пространствѣ. Ихъ тогда стали изображать при помощи твердыхъ тѣлъ, особенно въ видѣ тетраэдра. Такъ появилась стереохимія. Она ничего достовѣрнаго не сообщила намъ о неизвѣстной архитектурѣ атомовъ, но позволила синтезировать извѣстные факты и открыть неизвѣстные.

Эти схематическія структуры, вѣдъ всякаго родства съ дѣйствительностью, сами доказали свою несостоятельность. Стали тогда признавать, что элементы тѣлъ находятся не въ статическомъ, а въ динамическомъ равновѣсіи. Это кладетъ начало новой формирующей химіи, которой можно дать названіе „кинематической химіи“. Формулы этой химіи изображаютъ атомы въ видѣ маленькихъ круговъ со стрѣлками, указывающими на предполагаемое направленіе ихъ движенія. Идея о томъ, что атомы и ихъ элементы находятся въ непрерывномъ движеніи, вполне согласуется съ изложеннымъ нами взглядомъ. Но, очевидно, что мы не въ состояніи изображать такія сложныя движенія при помощи фигуръ.

Изъ современныхъ воззрѣній яснѣ всего вытекаетъ только то, что химическія соединенія могутъ быть представлены только въ видѣ подвижныхъ равновѣсій, измѣняющихся въ зависимости отъ внѣшнихъ условій, напримѣръ, въ зависимости отъ температуры и давленія, которымъ они подвергнуты.

Видимая точность химическихъ уравненій, выражающихъ реакціи, можетъ объясняться только незначительными измѣненіями среды, въ которыхъ имѣютъ мѣсто эти реакціи. Когда эти условія сильно измѣняются, употребляющіяся уравненія больше не годятся. Такъ называемый въ химіи законъ фазъ выдвинутъ этими обстоятельствами. На химическое соединеніе можно смотрѣть только какъ на состояніе равновѣсія между дѣйствующими на это тѣло внѣшними силами и содержащимися въ немъ внутренними силами.

Пока химія изучала только неорганическія соединенія или очень простыя органическія, она довольствовалась элементарными законами. Болѣе глубокое изслѣдованіе показало, что существуютъ тѣла, къ которымъ нельзя примѣнять ни одного изъ извѣстныхъ законовъ, и что эти вещества играютъ преобладающую роль въ жизни.

Живое существо состоитъ изъ совокупности химиче-

скихъ соединеній, происходящихъ отъ маленькаго числа элементовъ, ассоціированныхъ такимъ образомъ, что они образуютъ очень подвижныя молекулярныя строенія. Подвижность эта необходима для быстрого вырабатыванія громаднаго количества энергій, которое является неизмѣннымъ условіемъ существованія. Жизнь связана съ постояннымъ созиданіемъ и разрушеніемъ очень сложныхъ и очень неустойчивыхъ молекулярныхъ строеній. Смерть, напротивъ, характеризуется возвращеніемъ къ менѣе сложнымъ молекулярнымъ строеніямъ.

Большое число химическихъ соединеній, совокупность которыхъ образуетъ живое существо, обладаетъ организаціей и особенностями, къ которымъ не примѣняются законы старой химіи. Мы въ нихъ находимъ цѣлый рядъ тѣлъ: діастазы, токсины, антитоксины, алексины и т. п. Ихъ существованіе большей частью было обнаружено физиологическими дѣйствіями. Составъ этихъ веществъ нельзя выразить никакими формулами, а ихъ особенностей не въ состояніи объяснить никакая теорія. Отъ нихъ зависитъ большинство явленій жизни, они обладаютъ таинственнымъ свойствомъ вызывать большія дѣйствія только простой своей наличностью безъ измѣненія своего состава, напримѣръ, протоплазма, т.-е. основное вещество клѣточекъ, никогда, кажется, не измѣняется, хотя своимъ присутствіемъ она опредѣляетъ самыя сложныя химическія реакціи, особенно тѣ, которыя превращаютъ тѣло съ низкимъ потенціаломъ энергій въ тѣло съ высокимъ потенціаломъ энергій.

Растеніе умѣетъ вырабатывать изъ мало сложныхъ соединеній, изъ воды и угольной кислоты, очень сложныя, заряженныя энергіей окисляемыя молекулярныя строенія. При помощи слабой энергій окружающей среды, оно вырабатываетъ энергію высшаго напряженія. Оно нажимаетъ пружину, копить энергію, которой будутъ пользоваться другія существа.

Химическія строенія, которыя образуютъ скромныя клѣточки, содержатъ не только самыя сложныя операціи нашихъ лабораторій: этерификацію, окисленіе, раствореніе, полимеризацію и т. п., но еще болѣе сложныя, которымъ мы не можемъ подражать. При помощи неизвѣстныхъ намъ способъ, живыя клѣтки строятъ очень сложныя и разнообразныя соединенія: альбуминоиды, целлюлозу, жиры, крахмалъ и т. п., необходимыя для поддержанія жизни. Они также умѣютъ разлагать самыя устойчивыя тѣла, какъ хлористый патрій, извлекать азотъ изъ аммоніевыхъ солей, фосфоръ изъ фосфатовъ.

Всѣ эти столь точныя операціи, столь удивительно приспособленныя къ опредѣленной цѣли, управляются силами,

о которых мы не имѣемъ понятія, и которыя дѣйствуютъ такъ, какъ будто онѣ одарены ясновидѣніемъ, превосходящимъ проникаемость нашего разума. Онѣ производятъ въ нашемъ организмѣ такія усовершенствованія, производятъ которыя не въ состояніи самая передовая наука.

Живое существо это—агрегатъ клѣточныхъ жнзней. Пока мы не поймемъ явленій, происходящихъ внутри отдѣльной клѣточки, пока мы не откроемъ силъ, управляющихъ этими явленіями, бесполезно строить философскія системы для объясненія жизни.

Химія, по крайней мѣрѣ, успѣла показать намъ, что мы находимся передъ лицомъ цѣлаго міра совершенно неизвѣстныхъ намъ реакцій. Изъ молодой науки, полагавшей, что она владѣетъ точными знаніями, она превратилась въ передовую науку, знающую, что ея данныя несовершенны. Не слѣдуетъ много говорить о несовершенствѣ этихъ данныхъ ибо путь очень длинный и онъ можетъ парализовать наши силы. По счастью, занимающіеся этими вопросами, а часто и ихъ учителя, не видятъ длины этого пути. Мы всегда находимъ научныя формулы, чтобъ скрывать наши незнанія.

Какую роль можетъ играть интра-атомная энергія въ неизвѣстныхъ намъ реакціяхъ, происходящихъ внутри клѣтокъ? Этотъ вопросъ мы теперь изслѣдуемъ.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ.

Интра-атомная химія и неизвѣстныя намъ равновѣсія матерій.

§ 1. Интра-атомная химія.

Мы только что показали вкратцѣ существованіе химическихъ реакцій, обнаруживающихъ совершенно неизвѣстныя равновѣсія матерій. Не претендуя на умѣнье опредѣлить природу этихъ равновѣсій, нельзя ли тѣмъ не менѣе предугадать ихъ происхожденіе? Кажется вполне вѣроятнымъ, что большее число необъяснимыхъ реакцій, о которыхъ мы говорили, касается не однихъ только молекулярныхъ строеній, а доходитъ до атомныхъ соединений и выводитъ наружу огромныя силы, существованіе которыхъ внутри атомовъ нами указано. Обыкновенная химія умѣетъ перемѣщать матеріалы, изъ которыхъ состоятъ сложныя тѣла, но она до сихъ поръ не мечтала разлагать сами эти матеріалы, которые она считала неуничтожимыми.

Какъ бы мы ни объясняли факты, которые мы сейчасъ

изложимъ, вѣрно то, что они указываютъ на наличность равновѣсій матерій, которыхъ старая химія не умѣла объяснить.

Мы видимъ, что внутри тѣлъ совершаются значительныя дѣйствія, вызываемыя столь слабыми реакціями, что наши вѣсы ихъ не обнаруживаютъ, что тѣла—мѣстопробываніе явленій, которыхъ не могли предвидѣть химическія теоріи и которыя часто находятся въ противорѣчій съ этими теоріями. Мы стоимъ на порогѣ новой науки, въ которой наши реактивы и наши вѣсы не могутъ быть средствами изслѣдованія, ибо рѣчь идетъ о реакціяхъ, дѣйствія которыхъ громадны, несмотря на то, что онѣ совершаются надъ безконечно малыми количествами матерій.

Полезно теперь возвратиться къ явленіямъ, изученнымъ въ другомъ мѣстѣ и обнаруживающимъ диссоціацію атомовъ. Факты, которые мы изложимъ, показываютъ, по нашему мнѣнію, что эта диссоціація играетъ важную роль во многихъ необъяснимыхъ до сихъ поръ явленіяхъ.

Намъ не удастся классифицировать эти факты по определенному методу, ибо рѣчь идетъ о еще не появившейся наукѣ. Мы ихъ только изложимъ безъ всякой системы въ одномъ изъ слѣдующихъ параграфовъ, ибо повторяемъ, факты эти отрывочны, и ихъ нельзя еще систематизировать.

§ 2. Коллоидальные металлы.

Лучшими представителями тѣлъ, не подчиняющихся обыкновеннымъ законамъ химіи, являются коллоидальные металлы. Мы не знаемъ специальныхъ особенностей этихъ металловъ, а потому достаточно ограничиться изложеніемъ одного изъ способовъ, употребляющихся для ихъ приготовленія, указывающаго на то, что атомъ этихъ металловъ частью диссоциируется.

Мы видѣли, что съ металлическихъ полюсовъ движущейся электростатической машины стекаютъ электроны и іоны, происходящіе отъ диссоціаціи матерій. Въмѣсто электростатической машины, возьмемъ для удобства опытовъ индукціонную катушку, полюсы которой заканчиваются стержнями, сдѣланными изъ металла, подлежащаго диссоціаціи, наприкладъ, изъ золота или платины. Стержни мы погружаемъ въ дистиллированную воду. Пропуская по методу Bredig'a искры между обоими стержнями, мы видимъ, что вокругъ электродовъ образуется облачко. Спустя нѣкоторое время жидкость окрашивается и, сверхъ оторванныхъ отъ электродовъ металлическихъ частицъ, легко отдѣляющихся фильтраціей, жидкость содержитъ еще нѣчто неизвѣстное, что мы и на-

зываемъ коллоидальнымъ металломъ¹⁾. Продолжая дѣйствіе, мы больше не получаемъ этого коллоидальнаго металла, какъ будто жидкость имъ насытилась.

Свойства металловъ въ коллоидальномъ состояніи совершенно отличны отъ свойствъ тѣлъ, изъ которыхъ они происходятъ. Доза въ $\frac{1}{300}$ миллиграмма на литръ придаетъ коллоидальному металлу способность производить очень сильныя дѣйствія, которыя мы дальше укажемъ. Жидкость, въ которой находится коллоидальный металлъ, окрашивается, но нельзя ничего извлекать изъ нея при помощи фильтраціи, также микроскопъ не обнаруживаетъ въ этой жидкости никакихъ металлическихъ частицъ. Это указываетъ на то, что если эти частицы существуютъ, то онѣ меньше длины свѣтовой волны.

Такъ какъ теорія іоновъ примѣнима ко многимъ явленіямъ, то естественно, что она примѣнима и къ коллоидамъ. На коллоидальный растворъ теперь смотрятъ, какъ на растворъ, содержащій зерна-носители электрическихъ зарядовъ, одни положительныхъ, другіе отрицательныхъ.

Какова бы ни была эта упрощенная теорія, очевидно, что коллоидальный металлъ не сохранилъ ни одного изъ свойствъ металла въ обыкновенномъ состояніи. Его атомы вѣроятно начали распадаться, и въ силу этого они уже не обладаютъ своими прежними свойствами. Коллоидальная платина и золото навѣрно ужъ больше ни платина, ни золото, хотя они образованы изъ этихъ металловъ.

Свойства коллоидальныхъ металловъ на самомъ дѣлѣ не имѣютъ ничего общаго съ свойствами раствора соли того же металла. Нѣкоторыми свойствами они скорѣе приближаются къ органическимъ сложнымъ тѣламъ, особенно къ оксидазамъ, чѣмъ къ минеральнымъ солямъ. Они представляютъ самыя большія сходства съ токсинами, ферментами, почему ихъ иногда называютъ неорганическими ферментами. Коллоидальная платина, подобно нѣкоторымъ ферментамъ крови, разлагаетъ перекись водорода; она черезъ окисленіе превращаетъ алкоголь въ уксусную кислоту, какъ это дѣлаетъ *mucoderma aceti*. Коллоидальный придиѣн разлагаетъ, по примѣру нѣкоторыхъ бактерій, форматъ извести въ углекислую известъ, угольную кислоту и водородъ. Болѣе удивительно то, что тѣла, которыя, какъ синильная кислота, іодъ и т. д. отравляютъ органическіе ферменты, парализуютъ

¹⁾ Существуютъ химическіе способы для приготовленія металловъ, особенно серебра въ коллоидальномъ состояніи. Однако со всѣмъ не доказано, что вещества эти одинаковы съ тѣлами, получающимися при помощи электрической искры по указанному нами способу.

или уничтожаютъ дѣйствія коллоидальныхъ металловъ.

Такія энергичныя и спеціальныя особенности этихъ металловъ заставили изучать ихъ дѣйствіе на организмъ. Дѣйствіе это громадное. Профессоръ Garigon приписываетъ многія свойства минеральныхъ водъ присутствію этихъ металловъ, напимѣръ, свойства этихъ водъ ослаблять явленія отравленія. Г. Robin пользовался коллоидальными металлами для лѣченія разныхъ болѣзней, напимѣръ, тифозной горячки, и особенно воспаленія легкихъ. Онъ впрыскивалъ больнымъ 5—10 кубическихъ сантиметровъ раствора, содержащаго 10 миллиграммовъ металла на литръ. Результаты сказывались въ увеличеніи процесса обмѣна органическихъ веществъ и въ окисленіи продуктовъ выдѣленія, обнаруживавшемся въ перепроизводствѣ мочевины и мочевой кислоты. Такъ какъ растворы эти къ сожалѣнію быстро мѣняются, ими трудно пользоваться.

Мы видимъ, такимъ образомъ, что коллоидальные металлы не имѣютъ никакого, ни близкаго, ни дальняго родства съ тѣлами, изъ которыхъ они происходятъ. Никакая химическая реакція не въ состояніи объяснить свойства, которыми они обладаютъ. Способы ихъ приготовленія заставляютъ предполагать, что они содержатъ элементы диссоциированной матеріи. Я не обнаружилъ у нихъ ни одного радиоактивнаго явленія. Но понятно, что разъ явленія эти совершаются во время диссоціи матеріи, нѣтъ никакого основанія ожидать, чтобы они совершались, когда матерія уже диссоциирована.

Помимо металловъ, многія тѣла могутъ пребывать въ коллоидальномъ состояніи. Въ настоящее время въ физиологій придаютъ преобладающую роль этой неизвѣстной формѣ матеріальныхъ равновѣсій. Полагаютъ, напимѣръ, что протоплазма только смѣсь коллоидальныхъ веществъ. Между прочимъ, это намъ еще ничего не говоритъ объ удивительныхъ особенностяхъ протоплазмы.

§ 3. Діастазы, энзимы, токсины и дѣйствія ихъ присутствія.

Съ коллоидальными металлами, получающимися отъ диссоціи различныхъ тѣлъ, слѣдуетъ сопоставить соединения, извѣстныя подъ именемъ діастазовъ, токсиновъ, энзимовъ и т. п., дѣйствія которыхъ очень близки къ дѣйствію коллоидальныхъ металловъ. Ихъ химическій составъ совершенно неизвѣстенъ. Они дѣйствуютъ почти исключительно своимъ присутствіемъ и представляютъ иногда сильную ядовитость, даже почти при невѣсомыхъ дозахъ. Согласно Armand Gautier двухъ капель токсина-столбняка, содержащаго 99% воды и только 1% активнаго вещества, т. е. почти милли-

граммъ, достаточно, чтобы убить лошадь¹⁾. Грамма этого тѣла, говоритъ онъ, достаточно, чтобы убить 75 тысячъ человѣкъ. Подобная энергія напоминаетъ намъ энергію, освобождающуюся при слабой диссоціаціи.

Когда думали, что бактеріи являются активными факторами отравы, можно было объяснить интенсивность замѣчаемыхъ явленій быстрымъ размноженіемъ бактерій. Но теперь извѣстно, что токсины остаются столь же активными и послѣ отдѣленія ихъ путемъ филтрацій отъ бактерій. Пивныя дрожжи превращаютъ глюкозу въ алкоголь и угольную кислоту, но нагреваніемъ пивныхъ дрожжей до опредѣленной температуры мы можемъ извлечь изъ нихъ вещество совершенно неорганизованное, называемое цимозинъ, вызывающее броженіе и дѣйствующее, какъ сами пивныя дрожжи. Такимъ образомъ, явленія, приписывавшіяся нѣскольکو лѣтъ тому назадъ микроорганизмамъ, обязаны неживымъ химическимъ веществамъ, вырабатываемымъ этими микроорганизмами.

Роль различныхъ веществъ, о которой я только что говорилъ, повторяю, преобладающая въ явленіяхъ жизни. Химія оказалась совершенно безсильной объяснить ихъ структуру, какъ и ихъ дѣйствія. Большой частью фізіологическія дѣйствія обнаруживаютъ ихъ существованіе и позволяютъ ихъ изолировать. Мы знаемъ о нихъ только то, что они теряютъ свои свойства, какъ только мы ихъ лишаемъ безконечно малыхъ количествъ минераловъ, которые они, по предположенію, содержатъ въ формѣ, близкой къ коллоидальному состоянію.

Большинство упомянутыхъ тѣлъ: коллоидальные металлы, діастазы, ферменты и т. д. обладаютъ, повидимому, пока еще необъяснимой особенностью дѣйствовать только однимъ своимъ присутствіемъ. Они не появляются въ продуктахъ реакцій, ими вызываемыхъ.

Эти дѣйствія отъ присутствія, называемыя каталитическими, уже давно извѣстны въ химіи; знали, напримѣръ, что кислородъ и сѣрнистая кислота, не дѣйствующие другъ на друга, даютъ въ присутствіи черной платины сѣрную кислоту, при чемъ черная платина не входитъ въ продуктъ реакціи. Было также извѣстно, что азотнокислый аммоній, который обыкновенно не измѣняется, даетъ въ присутствіи

¹⁾ Незначительные слѣды различныхъ веществъ достаточны, чтобы парализовать дѣйствіе діастазовъ. Это яды, имѣющіе свои яды. Они противодействуютъ нѣкоторымъ реактивамъ и поддаются дѣйствію слѣдовъ тѣла, которые, повидимому, неядовиты. Такія сильныя вещества, какъ синильная кислота, сулема и азотно-кислое серебро не дѣйствуютъ на ядъ кобры, въ то время, какъ слѣды солей щелочей противодействуютъ этому яду.

черной платины постоянное выдѣленіе азота. Черная платина не соединяется съ кислородомъ, но она въ состояніи поглотить кислородъ въ количествѣ равномъ 800 своихъ объемовъ. Полагаютъ, но это только гипотеза, что платиновая чернь заимствуетъ у воздуха кислородъ и переноситъ его на тѣла, съ которыми она въ контактѣ.

Къ тѣламъ, дѣйствующимъ только своимъ присутствіемъ, относятся пары воды. Крайне незначительныя количества этихъ паровъ играютъ большую роль въ различныхъ реакціяхъ. Совершенно сухой ацетиленъ не дѣйствуетъ на водородистый калий, но при нѣкоторомъ слѣдѣ влажности оба тѣла дѣйствуютъ другъ на друга такъ, что смѣсь становится бѣлокапельной.

Сухая угольная кислота тоже не дѣйствуетъ на водородистый калий; въ присутствіи почти невѣсимаго количества паровъ воды она даетъ форміаты. Также самое другія тѣла, напримѣръ, амміачный газъ, хлористоводородный газъ, обыкновенно соединяющіяся тѣла и дающія толстые бѣлые клубы дыма, не соединяются, если они тщательно высушены. Читатель вспомнитъ, что я уже отмѣтилъ, что сухія соли хинина отъ присоединенія къ нимъ нѣкоторыхъ слѣдовъ паровъ воды становятся фосфоресцирующими и радіоактивными.

Хотя каталитическія реакціи давно были извѣстны, однако только недавно обнаружили преобладающую роль, какую они играютъ въ химіи живыхъ существъ. Теперь допускаютъ, что діастазы и различные ферменты, роль которыхъ такъ значительна, дѣйствуютъ только своимъ присутствіемъ.

Исслѣдуя ближе роль тѣлъ, дѣйствующихъ однимъ своимъ присутствіемъ, мы замѣчаемъ, что явленіе происходитъ такъ, какъ будто энергія переносится отъ катализатора къ катализированному тѣлу. Фактъ этотъ объясняется, по нашему мнѣнію, только тѣмъ, что катализаторъ претерпѣваетъ начало диссоціаціи. Мы знаемъ, что въ силу огромной скорости частицъ диссоциированной матеріи, незначительное количество матеріи, не обнаруживаемое вѣсами, можетъ освободить своей диссоціаціей громадное количество энергіи. *Катализаторы, такимъ образомъ, — освободители энергіи.*

Если это вѣрно, катализаторы должны, наконецъ, подвергнуться нѣкоторымъ измѣненіямъ. Наблюденіе это оправдывается. Платиновая чернь и коллоидальные металлы изнашиваются, т.-е. по мѣрѣ своего употребленія они теряютъ большую часть своихъ каталитическихъ дѣйствій.

§ 4. *Подвижныя химическія равновѣсія.*

Предыдущія реакціи, повторяю, не могутъ быть объяс-

нимы съ точки зрѣнія существующихъ теорій. Онѣ даже противорѣчатъ основнымъ законамъ химіи, напримѣръ, закону постоянныхъ и закону кратныхъ отношеній. На самомъ дѣлѣ, мы видимъ, что одни тѣла преобразуются подѣ вліяніемъ невѣсомыхъ количествъ веществъ другихъ тѣлъ. Мы видимъ, что имѣются тѣла, вызывающія однимъ своимъ присутствіемъ сильныя реакціи.

Изученіе старой химіи оставило въ насъ представленіе объ очень устойчивыхъ тѣлахъ, имѣющихъ опредѣленный и постоянный составъ и могущихъ видоизмѣняться только подѣ вліяніемъ сильныхъ факторовъ, напримѣръ, подѣ вліяніемъ очень высокихъ температуръ. Позже появилось понятіе объ менѣе устойчивыхъ тѣлахъ, способныхъ подвергаться различнымъ измѣненіямъ въ зависимости отъ измѣненій среды (температуры, давленія), которымъ они подвергаются. Въ послѣдніе годы мы видимъ, что все болѣе и болѣе выдвигается взглядъ, что любое тѣло представляетъ собою только состояніе равновѣсія между внутренними его элементами и внѣшними, на него дѣйствующими; если мы не замѣчаемъ этой связи у нѣкоторыхъ тѣлъ, то это благодаря тому, что они устроены такимъ образомъ, что ихъ равновѣсія безъ видимыхъ перемѣнъ сохраняются въ достаточно широкихъ границахъ измѣненія среды. Вода остается жидкой при измѣненіяхъ температуры отъ 0° до 100°. Большинство металловъ сохраняютъ свое состояніе еще при болѣе сильныхъ измѣненіяхъ.

Необходимо пойти теперь дальше и допустить, что помимо факторовъ, отмѣченныхъ въ химіи, — массы, температуры и давленія, имѣются еще другіе факторы, въ которыхъ участвуютъ продукты диссоціаціи атомовъ. Эти элементы способны своимъ вліяніемъ придавать тѣламъ такія подвижныя равновѣсія, что они въ состояніи нарушаться и возстановляться подѣ вліяніемъ очень слабыхъ внѣшнихъ причинъ.

Эти послѣдовательныя смѣны равновѣсій сопровождаются освобожденіемъ громаднаго количества интра-атомной энергіи, накопленной въ матеріи. Каталитическія дѣйствія, играющія такую важную роль въ явленіяхъ жизни, пожалуй, объясняются этой теоріей.

Къ этой гипотезѣ насъ привело изученіе явленій фосфоресценціи. Чистыя тѣла, различныя сѣры, фосфаты, извести и т. п. никогда не фосфоресцируютъ. Они становятся фосфоресцирующими, когда ихъ долго нагрѣваютъ до красна, присоединяя къ нимъ слѣды другихъ тѣлъ, висмута, марганца и т. д. Мы съ другой стороны показали, что это повышение температуры вызываетъ диссоціацію матеріи. Позволительно, такимъ образомъ, допустить, что элементы, про-

исходящие от этой диссоциации, обязаны частью своей активности образовавшимся тогда неизвѣстнымъ соединеніямъ, которыя придаютъ тѣламъ свойство фосфоресцировать.

Получающіяся такимъ образомъ соединенія обладаютъ отмѣченнымъ выше свойствомъ: они крайне подвижны, быстро уничтожаются и быстро возстановляются. Голубой лучъ свѣта, падающій на сѣрнисто-цинковый экранъ, освѣщаетъ его въ 0,1 секунды, а лучъ краснаго свѣта, падающій на этотъ же экранъ уничтожаетъ въ такой же промежутокъ времени его фосфоресценцію, т.-е. возвращаетъ экранъ въ его первоначальное состояніе. Эти двѣ противоположныхъ операций, необходимо происходящихъ отъ противоположныхъ реакцій, могутъ безконечно повторяться.

Какъ бы то ни было, перечисленные въ этой главѣ факты указываютъ, что химія стоитъ на порогѣ совершенно новыхъ явленій, которыя, весьма вѣроятно, характеризуются интра-атомными реакціями, сопровождающимися освобожденіемъ энергіи. Благодаря громадной интра-атомной энергіи, содержащейся въ матеріи, потеря незначительнаго количества вещества, не обнаруживающаяся нашими вѣсами, можетъ сопровождаться колоссальнымъ выдѣленіемъ энергіи.

Попытка съ моей стороны объяснить необъяснимыя до сихъ поръ реакціи при помощи явленій диссоциации матеріи носитъ, конечно, характеръ гипотезы, которая еще недостаточно оправдана. Гипотеза эта однако имѣетъ то преимущество, что она, по крайней мѣрѣ, освѣщаетъ явленія, которыя до сихъ поръ и не пытались объяснить. Непремѣнно такое важное и такое частое явленіе, какъ диссоціія матеріи, должно играть главенствующую роль въ различныхъ химическихъ реакціяхъ. Интра-атомная химія пока еще на зарѣ своего развитія. Въ этой новой наукѣ останется вѣроятно безъ употребленія старый матеріалъ химиковъ, ихъ вѣсы и ихъ реактивы.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ.

Возникновеніе, эволюція и конецъ матеріи.

§ 8. *Генезисъ и эволюція атомовъ.*

Лѣтъ сорокъ тому назадъ наука не располагала никакими данными, чтобы посвятить хотя бы нѣсколько строку предмету, изслѣдованіе котораго мы теперь заканчиваемъ. Казалось, что исторія происхожденія и развитія атомовъ навсегда покрыта глубокой тьмой. Какъ, между прочимъ, до-

пустить, что атомы могут эволюционировать? Развѣ не было всеобще принято, что они неуничтожимы? Все мѣняется въ мірѣ, все въ немъ преходяще. Живыя существа смѣняютъ другъ друга, принимая все новыя и новыя формы. Свѣтила угасаютъ, только одинъ атомъ кажется вѣчнымъ. Онъ не подвергается разрушительному дѣйствію времени. Двѣ тысячи лѣтъ господствовала доктрина о неизмѣняемости атома. Ничто не заставляло предполагать, что въ одинъ прекрасный день доктрина эта будетъ отвергнута.

Мы изложили опыты, разрушившіе эту старую вѣру въ вѣчность атома. Мы знаемъ теперь, что матерія медленно разсѣивается, что она не имѣетъ вѣчнаго существованія.

Разъ атомы обречены на сравнительно кратковременное существованіе, то естественно допустить, что когда-то они не были таковыми, какими они теперь намъ представляются. Съ теченіемъ вѣковъ они должны были эволюционировать. Черезъ какіе послѣдовательные фазисы прошли атомы? Какіе формы, въ которыхъ они постепенно проявлялись? Какими были когда-то окружающія насъ различныя тѣла,—именно: свинецъ, желѣзо, однимъ словомъ, всѣ тѣла?

Нѣкоторый отвѣтъ на эти вопросы можетъ дать только одна астрономія. Она умѣетъ при помощи спектральнаго анализа проникать во внутреннее устройство свѣтилъ, имѣющихъ различныя возрасты. Она сумѣла обнаружить превращенія, черезъ которыя проходитъ матерія по пути своего приближенія къ старости.

Спектральный анализъ, какъ извѣстно, показываетъ, что спектръ добѣла раскаленного тѣла, тѣмъ шире въ ультра-фіолетовой части, чѣмъ выше температура тѣла. При увеличеніи силы источника свѣта максимумъ освѣщенія спектра перемѣщается къ ультра-фіолетовой области, при уменьшеніи—къ красной области. Мы знаемъ также, что спектральныя линіи одного и того же металла мѣняются въ зависимости отъ температуры металла. Wateville показалъ, что если мы введемъ металлъ, напримѣръ, калий, въ какое-нибудь пламя, то спектръ его мѣняется въ зависимости отъ температуры частей пламени, въ которыхъ находится металлъ.

Спектроскопъ даетъ намъ возможность узнать элементы, изъ которыхъ состоятъ свѣтила. Онъ позволяетъ слѣдить за измѣненіемъ этихъ свѣтилъ въ зависимости отъ измѣненія ихъ температуры. Такимъ путемъ мы знакомимся съ эволюціей свѣтилъ.

По мнѣнію многихъ астрономовъ, туманности представляли первый фазисъ развитія небесныхъ свѣтилъ. Спектры туманностей тождественны съ спектрами постоянныхъ газовъ, напримѣръ, водорода или продуктовъ углерода. Сгу-

щаясь, продукты эти образовывали новые фазисы материн, которые завершились образованіемъ звѣздъ. Періоды эволюціи звѣздъ намъ представляются крайне различными.

Самыя яркія звѣзды, которыя имѣютъ наивысшую температуру (это доказываетъ продолженіе спектра въ ультра-фіолетовой части) состоятъ изъ очень ограниченнаго числа химическихъ элементовъ. Спиріусъ и Лира, напримѣръ, какъ будто состоятъ только изъ добѣла раскаленнаго водорода. Въ менѣе раскаленныхъ звѣздахъ, въ красныхъ и желтыхъ, которыя уже начинаютъ охлаждаться, постепенно появляются другіе химическіе элементы, сначала магній, кальцій, силицій и т. д. Нѣкоторыя тѣла встрѣчаются только въ наиболѣе охлажденныхъ звѣздахъ. Мы можемъ отсюда сдѣлать заключеніе, что съ пониженіемъ температуры элементы атомовъ проишли черезъ новые фазисы эволюціи и образовали большинство простыхъ тѣлъ.

Вѣроятно, твердыя простыя тѣла, золото, серебро, платина и т. д. принадлежатъ къ тѣламъ, потерявшимъ различныя количества своей интра-атомной энергій и поэтому сстарились. Простыя газообразныя тѣла: азотъ, водородъ, кислородъ наименѣе малочисленны на нашей планетѣ. Для того, чтобы придти въ твердое состояніе, они должны имѣть очень низкую температуру и должны сначала терять большое количество энергій.

Очень сомнительно, чтобы теплота была единственной причиной эволюціи атомовъ. Deslandres нашелъ, что измѣненіе давленія значительно измѣняетъ полосы спектра, а при возрастающихъ давленіяхъ появляются новыя серіи, которыя только въ зачаточномъ состояніи существовали при болѣе низкихъ давленіяхъ.

Итакъ, наблюденіе надъ свѣтилами показываетъ намъ эволюцію атомовъ и образованіе при этой эволюціи различныхъ простыхъ тѣлъ.

Мы не знаемъ природы и формы дѣйствія силъ, способныхъ стучать часть наполняющаго Вселенную эфира въ атомы какого-нибудь газа, напримѣръ, въ водородъ или гелій. Мы не знаемъ, какъ эти силы превращаютъ этотъ газъ въ такія вещества, какъ натръ, свинецъ или золото. Но перемѣны, наблюдающіяся въ свѣтилахъ, доказываютъ, что эти силы существуютъ, что онѣ дѣйствовали въ прошломъ и продолжаютъ еще дѣйствовать въ настоящемъ.

По системѣ мірозданія, развитой Лапласомъ, солнце и планеты вначалѣ представляли большую туманность, въ центрѣ которой образовалось ядро, увлекаемое вращательнымъ движеніемъ. Отъ этого ядра послѣдовательно отрывались кольца, которыя позже образовали землю и другія планеты. Эти вначалѣ газообразныя массы постепенно охла-

ждались, и пространство, раньше наполненное туманностью, заняло маленькое число міровъ, вращающихся вокругъ себя и вокругъ солнца. Позволительно допустить, что атомы образовались такимъ же путемъ. Мы видимъ, что на каждый атомъ мы можемъ смотрѣть, какъ на маленькую солнечную систему, имѣющую одну или нѣсколько центральныхъ частей, вокругъ которыхъ вертятся съ громадной скоростью тысячи частицъ. Изъ соединенія этихъ маленькихъ солнечныхъ системъ образуется матерія.

Наша туманность, какъ и всѣ туманности, сіяющія ночью, необходимо изъ чего то происходятъ. При современномъ состояніи науки мы можемъ только допустить, что эфиръ является космическимъ началомъ; ~~всѣ~~ почему всѣ изслѣдованія заставляютъ его считать основнымъ элементомъ Вселенной. Въ эфирѣ возникаютъ и исчезаютъ міры.

Мы не знаемъ, какъ сформировался атомъ, и почему онъ медленно разсѣивается, но мы знаемъ, что подобная эволюція совершается непрерывно, ибо мы можемъ наблюдать за всѣми фазисами развитія міровъ, начиная съ туманности до охлажденного свѣтила и заканчивая раскаленными, какъ наше солнце, солнцами. Преобразованія міра неорганическаго теперь кажутся настолько же дѣйствительными, какъ и преобразованія живыхъ существъ. Атомъ и, слѣдовательно, матерія не избѣгли верховнаго закона, обрекающаго на жизнь, эволюцію и гибель окружающія насъ существа и безчисленные свѣтила, населяющія небеса.

§ 2. Конецъ матеріи.

Въ этой работѣ мы пытались опредѣлять природу продуктовъ дематеріализаціи матеріи и показать, что продукты эти образуютъ субстанціи, промежуточныя по своимъ свойствамъ между матеріей и эфиромъ.

Крайнимъ звеномъ дематеріализаціи матеріи, повидимому, является эфиръ, въ который погружена матерія. Какъ матерія возвращается въ эфиръ? Какія формы равновѣсія она при этомъ принимаетъ?

Здѣсь очевидно мы стоимъ на послѣдней границѣ вещей, познаваемыхъ разумомъ. Мы неизбѣжно должны прибѣгать къ гипотезамъ. Эти гипотезы не бесполезны, если мы можемъ ихъ подкрѣпить нѣкоторыми фактами и аналогіями.

При изслѣдованіи началъ электричества мы видѣли, что на электричество можно смотрѣть, какъ на одну изъ наиболѣе общихъ формъ дематеріализаціи матеріи. Мы также признали, что послѣдніе продукты диссоціаціи радіоактив-

ныхъ тѣль состоятъ изъ электрическихъ атомовъ. Электрическіе атомы, такимъ образомъ, являются послѣдними фазисами существованія матеріальныхъ тѣль. Какова судьба электрическаго атома послѣ диссоціаціи матеріи? Имѣеть ли онъ еще вѣчное существованіе, послѣ того, какъ матерія прекратила свое существованіе? Если онъ обладаетъ индивидуальностью, то сколько времени сохраняетъ онъ эту индивидуальность? А если онъ не сохраняетъ своей индивидуальности, то во что онъ превращается?

Невѣроятно, что электрическіе атомы существуютъ вѣчно. Они стоятъ на крайней границѣ вещей. Если бы эти элементы съ начала своего образованія противостояли различнымъ причинамъ, вызывающимъ медленную диссоціацію матеріи, они бы образовали новую Вселенную или, по крайней мѣрѣ, особаго рода туманность. Вѣроятно, такимъ образомъ, что эти элементы теряютъ свою индивидуальность. Какъ же они исчезаютъ? Должны ли мы допустить, что они имѣютъ такую же участь, какую имѣютъ льдины, плавающія въ полярныхъ моряхъ и сохраняющія свою индивидуальность до тѣхъ поръ, пока ихъ не разрушаетъ повышеніе температуры? Какъ только онъ подвергается дѣйствію этой причины, льдины расплываются въ океанѣ и исчезаютъ. Такова, безъ сомнѣнія, окончательная участь электрическаго атома. Когда онъ излучилъ всю свою энергію, онъ разсѣивается въ эфиръ и больше уже не существуетъ.

Опытъ позволяетъ дать нѣкоторое обоснованіе этой гипотезы. Мы указали по поводу вопроса объ элементахъ диссоцірованной матеріи, выделяемыхъ нашими лабораторными машинами, что электрическіе атомы въ своихъ движеніяхъ всегда сопровождаются колебаніями ээира. Эти колебанія получили названіе герцовскихъ волнъ, лучистой теплоты, видимаго свѣта, невидимаго ультра-фіолетоваго свѣта и т. д., смотря по тому, какія дѣйствія они производятъ на наши чувства или на наши инструменты. Мы знаемъ, что всѣ эти явленія имѣютъ одну и ту же сущность. Они похожи на волны океана, отличающіяся только своей величиной.

Эти колебанія ээира, всегда сопровождающія электрическіе атомы, вѣроятно, представляютъ форму, въ которой происходитъ процессъ разсѣиванія атомовъ при излученіи ими своей энергіи.

Электрическая частица, имѣющая свою индивидуальность, опредѣленную и постоянную величину, представляетъ такимъ образомъ предпослѣдній этапъ исчезновенія матеріи. Послѣднимъ этапомъ являются вѣроятно колебанія ээира. Эти колебанія обладаютъ не болѣе продолжительной инди-

видуальностью, чѣмъ волны, образуемая въ водѣ при мстаніи въ нее камня.

Какъ могутъ электрическіе атомы, происходящіе отъ дематеріализаціи матеріи, терять свою индивидуальность и превращаться въ колебаніе эфира?

Всѣ современные изслѣдованія приводятъ къ взгляду, что эти частицы состоятъ изъ вихрей, похожихъ на гироскопы, что они образованы въ нѣдрахъ ээира, съ которыми они связаны своими линіями силъ.

Вопросъ такимъ образомъ сводится къ слѣдующему: какъ можетъ вихрь, образованный внутри жидкости, исчезнуть въ этой жидкости, вызывая въ ней колебанія?

Въ такой формѣ вопросъ этотъ легко рѣшается. Легко на самомъ дѣлѣ понять, какъ вихревое движеніе жидкости при нарушеніи равновѣсія этой жидкости исчезаетъ, выдѣляя свою энергію въ формѣ колебанія среды, его окружающей. Такимъ же образомъ морской смерчъ, образуемый вихремъ жидкости, уничтожается, исчезая въ океанѣ.

Въ той же формѣ несомнѣнно протекаетъ процессъ исчезновенія колебаній ээира. Они представляютъ послѣдній фазисъ дематеріализаціи матеріи. Фазисъ этотъ предшествуетъ окончательному исчезанію матеріи. Послѣ этихъ кратковременныхъ колебаній эфиръ приходитъ въ состояніе покоя. Матерія тогда окончательно исчезла, она вновь вернулась въ первоначальный эфиръ. Изъ него она снова выплываетъ спустя милліоны вѣковъ и подѣ дѣйствіемъ неизвѣстныхъ намъ силъ. Она тогда принимаетъ ту же форму, какую она имѣла въ отдаленнѣйшіе вѣка, когда въ хаосѣ стали вырисовываться первыя очертанія Вселенной. Начало возникновенія вещей, безъ сомнѣнія, только повтореніе стараго. Ничто не позволяетъ думать, что вещи впервые существуютъ, также какъ нельзя допустить, что они навсегда исчезаютъ и больше не возникаютъ.

Если вѣрны изложенные въ этой работѣ взгляды, матерія постепенно проходила черезъ очень различныя формы развитія.

Первый фазисъ относится къ началу возникновенія міровъ. Онъ не поддается изслѣдованію путемъ данныхъ опыта. Это періодъ хаоса старыхъ легендъ. То, изъ чего впоследствии образовалась Вселенная, представляло собой безформенный облакъ эфира.

Путемъ постепеннаго оріентированія и сгущенія эфиръ, подѣ вліяніемъ неизвѣстныхъ силъ, дѣйствовавшихъ въ теченіе длиннаго ряда вѣковъ, сформировался, наконецъ, въ атомы. Изъ соединенія этихъ атомовъ появляется матерія въ такомъ видѣ, какъ она существуетъ на нашей планетѣ или въ свѣтѣлахъ въ различныхъ періодахъ ихъ эволюцій.

Во время этого періода постепенной концентраціи атомы накапливали энергію, которую они впоследствии теряютъ въ различныхъ формахъ: въ формѣ теплоты, электричества и т. д.

Теряя постепенно свою энергію, атомы претерпѣваютъ различныя эволюціи и въ силу этого появляются въ различныхъ формахъ. Когда они излучаютъ всю свою энергію въ формѣ свѣтовыхъ, калорическихъ или другихъ колебаній, они фактомъ послѣдовательныхъ лучеиспусканій вступаютъ въ состояніе диссоціаціи, въ первоначальный эфиръ, откуда атомы появились. Эфиръ такимъ образомъ ~~конечная нирвана~~, въ которую возвращаются всѣ вещи послѣ болѣе или менѣе кратковременнаго существованія.

Эволюція міра въ послѣднемъ анализѣ состоитъ изъ двухъ очень различныхъ фазисовъ,—изъ фазиса сгущенія энергіи въ атомы и изъ фазиса расходования этой энергіи.

Этотъ бѣглый взглядъ на происхожденіе и на конецъ нашей Вселенной, очевидно, только слабый свѣтъ, направленный въ глубокій мракъ, окружающій наше прошлое и скрывающій отъ насъ наше будущее. Объясненіе это, конечно недостаточно, но наука пока не въ состояніи дать другого. Она даже еще не предвидитъ момента, когда она сможетъ открыть дѣйствительную, основную сущность вещей, или когда ей удастся хотя бы познать дѣйствительныя причины какого бы то ни было явленія. Намъ остается предоставить религіи и философіи выдумывать системы, способныя удовлетворять наши потребности познанія. Всѣ эти системы предоставляютъ собой синтезъ нашихъ незнаній и нашихъ надеждъ,—онѣ слѣдовательно только чистыя иллюзіи. Но эти творенія нашихъ грезъ были всегда обольстительнѣе дѣйствительности, вотъ почему человѣкъ не переставалъ брать ихъ въ качествѣ путеводной нити.

§ 3—Заключеніе.

Опыты, анализированные въ этой книгѣ, дали намъ возможность изслѣдовать атомъ, начиная съ первыхъ моментовъ его возникновенія и кончая его уничтоженіемъ. Мы видѣли, что матерія, прежде считавшаяся неуничтожимой, медленно разбивается черезъ диссоціацію составляющихъ ее элементовъ. Матерія, на которую раньше смотрѣли какъ на нѣчто инертное, способное только возвращать сообщенную ей энергію, намъ, напротивъ, представилась, какъ необъятный резервуаръ силъ. Отъ этихъ силъ происходятъ большинство извѣстныхъ формъ энергіи, молекулярныя притяженія, солнечная теплота и особенно электричество.

Мы показали, что матерія можетъ диссоциироваться

подъ вліяніемъ многихъ причинъ, и что продукты этихъ послѣдовательныхъ дематеріализацій образуютъ субстанціи, промежуточные по своимъ свойствамъ между матеріей и эфиромъ. Изъ этого вытекаетъ слѣдствіе, что старый дуализмъ между вѣсомымъ и невѣсомымъ мірами, когда то столь отдѣльными другъ отъ друга, долженъ исчезнуть.

Изслѣдованіе послѣдовательныхъ фазисовъ существованія матеріи привело насъ къ тому, что конецъ эволюціи матеріи—это ея возвращеніе въ эфиръ.

Пытаясь такимъ путемъ предугадать происхожденіе матеріи, ея эволюцію и ея конецъ, мы постепенно дошли до послѣднихъ границъ этихъ полузнаній, до которыхъ можетъ дойти наука, и дальше которыхъ остается мракъ неизвѣстнаго.

Нашъ трудъ законченъ. Онъ синтезъ тяжелыхъ изслѣдованій, отнявшихъ у насъ много лѣтъ. Начавъ съ внимательнаго наблюденія дѣйствій, производимыхъ лучемъ свѣта на кусокъ металла, мы послѣдовательнымъ ходомъ развитія пришли къ изслѣдованію различныхъ областей физики и намѣтили синтезъ мірозданія.

Безъ сомнѣнія, опытъ всегда былъ нашимъ главнымъ проводникомъ. Намъ однако приходилось прибѣгать къ гипотезамъ для объясненія добытыхъ фактовъ и для открытія новыхъ. Какъ только мы проникаемъ въ темныя области науки, мы иначе не можемъ дѣйствовать. Если мы отказываемся отъ гипотезы въ качествѣ проводника, намъ остается взять случай въ качествѣ своего учителя. „Роль гипотезы, говоритъ Поинсарé, настолько велика, что безъ нея не можетъ обойтись ни математикъ, ни тѣмъ болѣе экспериментаторъ“. Построеніе гипотезъ, повѣрка ихъ путемъ опыта, стремленіе соединять при помощи обобщеній обнаруженные факты—все это необходимые фазисы, черезъ которые проходятъ всѣ наши знанія.

Такимъ путемъ были сооружены важнѣйшія зданія науки. Какъ ни величественны эти зданія, они содержатъ еще большое число непровѣренныхъ теорій. Чаще всего наименѣе провѣряемые знанія играютъ наибольшую роль въ направленіи научной мысли всякой эпохи.

Справедливо говорятъ, что наука дочь опыта, но очень рѣдко гипотеза не является проводникомъ опыта. Гипотеза—это магическій жезлъ, который выводитъ извѣстное изъ неизвѣстнаго, дѣйствительное изъ недѣйствительнаго. Она придаетъ форму самымъ расплывчатымъ химерамъ. Съ героическихъ временъ вплоть до настоящаго времени, гипотеза всегда была пружиной человѣческой дѣятельности. Религіозныя гипотезы служили для сформированія самыхъ выдающихся цивилизацій; при помощи научныхъ гипотезъ

были сдѣланы самыя важныя современныя открытія, ими современная наука пользуется не въ меньшей степени, чѣмъ наука нашихъ предковъ. Въ настоящее время роль гипотезъ еще значительнѣе, чѣмъ когда то: безъ нихъ не можетъ прогрессировать никакая наука.

Гипотезы служатъ для образованія тѣхъ верховныхъ догмъ, которыя играютъ въ наукѣ такую преобладающую роль, какъ въ философіи и въ религіи. Ученый настолько же, какъ и невѣжда нуждается въ вѣрованіяхъ, чтобы ориентировать свои изслѣдованія и направлять свои мысли. Онъ не въ состояніи ничего создавать, если его не увлекаетъ вѣра, но онъ не долженъ слишкомъ долго застыть въ своей вѣрѣ. Догмы становятся опасными, какъ только онѣ начинаютъ стариться.

Не важно, что гипотезы и порождаемыя ими вѣрованія не достаточны. Достаточно, если онѣ плодотворны. Таковыми онѣ являются, какъ только онѣ вызываютъ изслѣдованіе. Нѣтъ строго провѣряемыхъ гипотезъ, и также нѣтъ абсолютно строгихъ физическихъ законовъ. Самые важные принципы, на которыхъ цѣликомъ построены науки, суть только приближенныя истины, едва вѣрныя въ опредѣленныхъ границахъ. Въ этихъ границъ они теряютъ свою точность.

Наука живетъ фактами, и эти факты всегда порождаются великими обобщеніями. Измѣненіе какой нибудь основной теоріи всегда влечетъ за собой другое направленіе научныхъ изслѣдованій. Въ силу того факта, что воззрѣнія на устройство и неизмѣняемость атомовъ теперь измѣняются, должны будутъ измѣниться доктрины, которыя служили основой для главныхъ частей физики, химіи и механики. Это новое направленіе изслѣдованій необходимо повлечетъ за собой обнаруженіе новыхъ непредвидѣнныхъ фактовъ.

Никто не могъ мечтать объ изслѣдованіи міра атомовъ въ столь близкое еще намъ время, когда думали, что атомы состоятъ изъ неразрушимыхъ, не сводимыхъ другъ на друга и недоступныхъ нашему познанію элементовъ. Теперь мы знаемъ, что наука кое-что узнала объ этихъ элементахъ; она знаетъ, что каждый изъ атомовъ представляетъ собой міръ съ крайне сложной организаціей; что онъ мѣстопробываніе когда то не подозрѣвавшихся силъ, величина которыхъ превосходитъ величины всѣхъ извѣстныхъ намъ до сихъ поръ силъ. То, что въ химіи и механикѣ считалось прекрасно извѣстнымъ, оказалось вовсе неизвѣстнымъ.

Въ этихъ атомныхъ мірахъ, сущность которыхъ намъ неизвѣстна, мы должны искать объясненія большинства окружающихъ насъ тайнъ. Несмотря на то, что атомъ, вопреки старымъ вѣрованіямъ, не вѣченъ, онъ въ той же мѣрѣ могучъ, какъ если бы онъ былъ неуничтожимъ и, слѣдова-

тельно, неспособенъ къ измѣненіямъ. Онъ не есть нѣчто инертное, слѣпая игра силъ природы. Онъ самъ творецъ скрытыхъ въ немъ силъ. Онъ—душа вещей, онъ содержитъ энергію, которая является пружиной міра и населяющихъ его существъ. Несмотря на свою безконечную малость, атомъ, можетъ быть, содержитъ всѣ тайны безконечнаго цѣлаго.

ВТОРАЯ ЧАСТЬ.

Экспериментальныя изслѣдованія автора.

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

Общія методы изслѣдованія, позволяющіе констатировать диссоціацію матеріи.

Всѣ теоріи, изложенныя на предыдущихъ страницахъ, покоятся на длинномъ рядѣ опытовъ. Научная или философская доктрина, не опирающаяся на опытъ, лишена всякаго интереса и является только апріорнымъ литературнымъ разсужденіемъ.

Въ послѣдующихъ строкахъ я дамъ только краткое резюме опытовъ, которые я публиковалъ въ теченіе 10 лѣтъ. Статьи, въ которыхъ я ихъ излагалъ, занимаютъ 400 столбцовъ *Revue Scientifique*, т. е. около 800 страницъ, и я, конечно, не могу воспроизводить ихъ здѣсь цѣликомъ. Къ тому же многіе среди нихъ, напримѣръ, опыты надъ фосфоресценціей, герцовскими волнами, инфра-краснымъ свѣтомъ, изложены въ моей книгѣ „Эволюція силъ“.

Въ послѣдующемъ я особенно старался дать самыя простыя и, слѣдовательно, легко воспроизводимыя опыты. Я, конечно, не буду возвращаться къ опытамъ, изложеннымъ въ самой работѣ, если только эти опыты могли быть изложены безъ того, чтобы приходилось останавливаться на техническихъ подробностяхъ.

Многіе аппараты и методы, о которыхъ я буду говорить ниже, имѣютъ только историческій интересъ. И первые, и вторые значительно усовершенствованы физиками, которые пошли по пути, намѣченному мною. Однако полезно знать аппараты, употребившіеся на началѣ новыхъ изслѣдованій; вотъ почему я описалъ безъ всякихъ перемѣнъ инструменты и методы, которыми я пользовался.

Я ужъ объяснилъ въ одной изъ главъ этой работы принципы и методы, служившіе для изслѣдованія диссоціаціи матеріи, т. е. ея дематеріализаціи. Прежде чѣмъ ихъ детально описывать, я въ нѣсколькихъ строкахъ напомнимъ то, что мною было уже сказано.

Способы, употребляемые для наблюденія диссоціаціи какого-нибудь тѣла, идетъ ли рѣчь о радіи, или о какомъ-нибудь металлѣ, тождественны. Основное явленіе, подлежащее изслѣдованію, всегда состоитъ въ выдѣленіи частицъ, увлекаемыхъ громадною скоростью, отклоняемыхъ магнитнымъ полемъ и способныхъ дѣлать воздухъ проводникомъ электричества. Послѣднимъ свойствомъ, единственно, и пользовались для изолированія радія и различныхъ радиоактивныхъ тѣлъ.

Существуютъ другія побочныя свойства, напримѣръ, фотографическія дѣйствія частицъ, производство фосфоресценціи и флуоресценціи и т. д., но свойства эти имѣютъ второстепенное значеніе. 99% выдѣленія радія состоятъ, между прочимъ, изъ частицъ, не дѣйствующихъ на фотографическую пластинку; существуютъ также радиоактивныя тѣла, какъ полоній, которыя выдѣляютъ только такія радіаціи.

Возможность отклонять эти частицы магнитнымъ полемъ, послѣ способности этихъ частицъ дѣлать воздухъ проводникомъ электричества, самое важное явленіе. Благодаря этому явленію удалось неоспоримымъ образомъ установить тождество между частицами, выдѣляемыми радиоактивными тѣлами и катодными лучами прибора Крукса. На основаніи степени отклоненія этихъ частицъ магнитнымъ полемъ стало возможнымъ измѣреніе ихъ скорости.

Такъ какъ измѣреніе магнитнаго отклоненія радиоактивныхъ частицъ требуетъ очень точныхъ и дорого стоящихъ аппаратовъ, то опытъ этотъ невозможно помѣстить среди легко воспроизводимыхъ опытовъ. Наша цѣль — изложить здѣсь именно только общедоступные опыты, вотъ почему я особенно буду пользоваться основнымъ свойствомъ диссоциированной матеріи дѣлать воздухъ проводникомъ электричества.

Способъ доказательства того, что воздухъ сталъ проводникомъ электричества.

Классическій методъ, которымъ пользовались для доказательства, что тѣла выдѣляютъ частицы диссоциированныхъ атомовъ, способныхъ дѣлать воздухъ проводникомъ электричества очень простъ. Въ самомъ дѣлѣ, онъ требуетъ только градуированнаго электроскопа. Вещество X, по предположе-

нiю, способное къ диссоціаціи, помѣщается на какую-нибудь дощечку А (Фиг. 36). Сверху помѣщаютъ металлическую пластинку В, соединенную съ заряженнымъ электроскопомъ С. Если тѣло Х выдѣляетъ частицы — проводники (іоны и электроны), воздухъ между обѣими пластинками становится проводникомъ, и электроскопъ разряжается. Скорость спаданія листочковъ пропорціональна интенсивности выдѣленія частицъ, происходящаго отъ диссоціаціи.

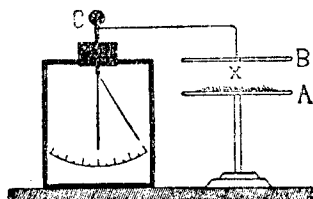
Тотъ же самый результатъ получается, когда подлежащая изслѣдованію тѣла помѣщаются въ металлическій ящикъ, непосредственно поставленный на электроскопъ. Этимъ способомъ я обыкновенно и пользовался.

Не слѣдуетъ думать, что электроскопъ представляетъ собою поверхностный способъ наблюденія, не способный давать точныхъ измѣреній. Рутефордъ, долго изслѣдовавшій электроскопъ, напротивъ, доказываетъ, что это очень точный инструментъ, превосходящій во многихъ опытахъ электрометръ съ квадрантами, и далеко болѣе чувствительный, если онъ хорошо построенъ, чѣмъ лучшіе гальванометры. Емкость с золотыхъ листочковъ длиной въ 4 сантиметра, по Рутефорду, приблизительно, равняется одной электростатической единицѣ. Пусть v паденія потенціала листочковъ въ t секундъ, тогда интенсивность тока I черезъ газъ дается формулой: $I = \frac{cv}{t}$. Можно этими способами измѣрить токъ въ 210^{-15} амперъ. Такого тока нельзя измѣрить никакимъ гальванометромъ.

Во многихъ опытахъ большая чувствительность бесполезна, и часто можно пользоваться электроскопомъ съ дощечкой, надъ которой или на которую, въ зависимости отъ условій, помѣщаютъ изслѣдуемое тѣло. Необходимо только, чтобы диэлектрикъ, черезъ который проходитъ стержень съ золотыми листочками, былъ очень малыхъ размѣровъ и совершенно изолированъ.

Къ сожалѣнію, этимъ существеннымъ условіемъ не удовлетворяютъ имѣющіеся въ продажѣ электроскопы.

Годными для опытовъ, между прочимъ, можно считать электроскопы, изоляторы которыхъ сдѣланы изъ чистой



Фиг. 36. Классическій методъ, употребляемый для обнаруженія радиоактивности тѣла.

сѣры или амбры. Французскіе конструкторы такихъ не дѣлаютъ; приходится ихъ самому строить. Подставки, сдѣланныя изъ параффина или изъ смѣси сѣры и параффина, долго не остаются изоляторами, и инструментъ теряетъ свой зарядъ. Въ случаѣ, если приходится ими пользоваться, необходимо хотя бы разъ въ день почистить изоляторъ наждачной бумагой. Эта операція тѣмъ болѣе необходима, что поверхность діэлектрика въ концѣ концовъ заряжается электричествомъ. Въ этихъ изслѣдованіяхъ можно пользоваться электроскопомъ, только въ томъ случаѣ, если потеря его, покрытаго колпачкомъ, не превышаетъ въ часъ одного градуса.

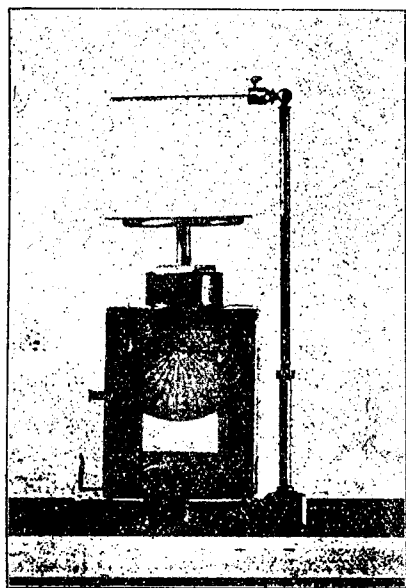
Вмѣсто двухъ классическихкихъ золотыхъ листочковъ, предпочтительнѣе пользоваться однимъ золотымъ листочкомъ, снабженнымъ твердой центральной пластинкой изъ окиси мѣди; тогда угловое спаденіе золотыхъ листочковъ чувствительно пропорціонально величинѣ потенціала. При электроскопахъ, которыми я пользовался, отклоненіе золотого листочка на 90° соотвѣтствуетъ заряду въ 1,300 вольтъ, т. е. около 14 вольтъ на каждый градусъ. Различными способами, которые не безъинтересно здѣсь изложить и которые, между прочимъ, значительно уменьшаютъ размѣры золотого листочка, центральной пластинки и діэлектрика, можно построить электроскопы, чувствительность которыхъ такова, что каждый градусъ соотвѣтствуетъ $\frac{1}{10}$ вольта. Ихъ очень легко построить, и въ нѣкоторыхъ случаяхъ необходимо ими пользоваться. Эти инструменты не приготавливаются въ Парижѣ, но ихъ можно доставать у конструкторовъ изъ Кембриджа. Я имѣю такой электроскопъ, въ которомъ золотой листочекъ имѣетъ ширину только въ одинъ мм. и длину въ два сантиметра. Между прочимъ, имъ очень неудобно пользоваться, и онъ нуждается въ усовершенствованіи.

Хотя электроскопъ очень простой инструментъ, тѣмъ не менѣе еще нѣтъ среди нихъ такихъ, которые были бы пригодны для точныхъ опытовъ.

Чтобъ читать уголъ спаденія золотыхъ листочковъ, микроскопъ съ микрометромъ мало удобенъ, особенно, когда имѣешь дѣло съ быстрыми паденіями, напримѣръ, такими, которыя вызываются свѣтомъ. Очень удобно прикрѣпить противъ одного изъ стеколъ, покрывающихъ ящикъ инструмента, приборъ, раздѣленный на градусы, позади котораго помѣщаютъ листочекъ изъ калыки.

Чтобъ читать дѣленія, помѣщаютъ въ темнотѣ, на разстояніи нѣсколькихъ метровъ отъ электроскопа, маленькую лампу. Золотой листочекъ проецируется на матовую бумагу, и можно, такимъ образомъ, читать четверти градуса.

Иногда чувствительность электроскопа мѣшается при опытахъ надъ радиоактивными тѣлами. Чтобъ ее уменьшить, остается только помѣстить на различномъ разстояніи отъ дощечки металлическую пластинку. (Фиг. 37). Последняя дѣйствуетъ не только своей емкостью, но еще тѣмъ, что уменьшаетъ количество воздуха на пути іоновъ. Радиоактивное вещество, которое дало бы, напримеръ, разрядъ въ 18 градус. въ минуту, даетъ — только 12, если пластинка находится на разстояніи 5 сантиметровъ отъ площадки и 8°, если разстояние будетъ въ два сантиметра.



Въ нѣкоторыхъ опытахъ приходится пользоваться придуманнымъ мной инструментомъ, названнымъ электроскопомъ съ дифференціальнымъ конденсаторомъ. Вотъ описаніе этого инструмента.

Фиг. 37. Аппаратъ, служащій для уменьшенія скорости потери электричества, произведенной радиоактивными тѣлами. Радиоактивное вещество помѣщается въ металлическій ящикъ, стоящій на дощечкѣ электроскопа. Мѣняютъ скорость разряда при помощи металлической пластинки, находящейся на большемъ или меньшемъ разстояніи отъ дощечки.

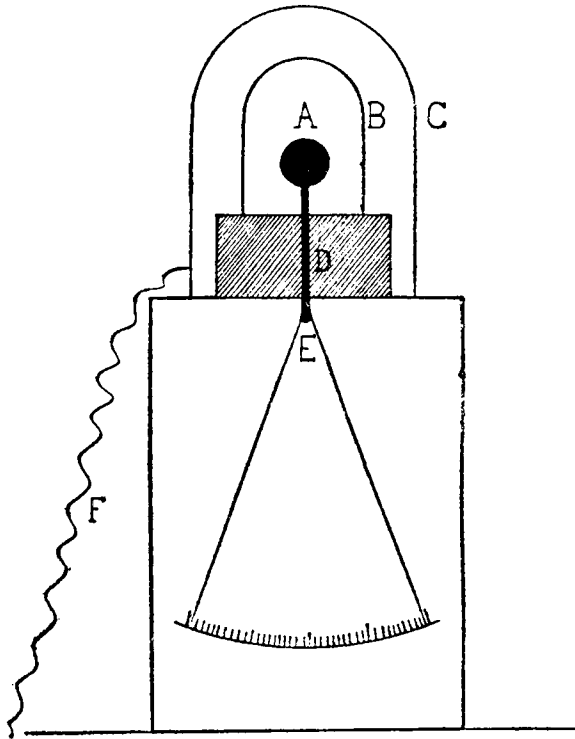
Электроскопъ съ дифференціальнымъ конденсаторомъ.

Убѣдившись при помощи различныхъ опытовъ, что потоки, происходящіе отъ диссоцірованной матеріи, обходятъ препятствія, я былъ вынужденъ придумать инструментъ, дѣлающій невозможнымъ этотъ обходъ. Пользованіе этимъ инструментомъ мнѣ показало, что всѣ тѣла, подобно радиоактивнымъ веществамъ, содержатъ постоянно возобновляющуюся эманацию.

У обыкновенныхъ тѣлъ она быстро разсѣивается подъ вліяніемъ теплоты и только спустя нѣсколько дней возобновляется, какъ мы это увидимъ при изложеніи этихъ изслѣдованій.

Ограничусь описаніемъ инструмента.

А. (Фиг. 38) — шарикъ электроскопа, помѣщенный на металлическомъ стержнѣ, нижняя часть котораго [оканчи-



Фиг. 38. Электроскопъ съ дифференціальнымъ конденсаторомъ, изобрѣ-
тенный авторомъ.

вается золотыми листочками. Стержень проходитъ черезъ изолирующій сѣрнистый цилиндръ D. На этомъ цилиндрѣ помѣщенъ алюминіевый цилиндръ B, сверху закрытый. Второй алюминіевый цилиндръ C покрываетъ первый. Онъ образуетъ клѣтку Фарадея, и его ставятъ на мѣсто, когда электроскопъ заряженъ. Клѣтка эта единственная часть системы, которая не должна быть изолирована. Для этого ее соединяютъ съ землею посредствомъ цѣпи F. Ее, между прочимъ, ставятъ на металлическую часть электроскопа, что само по себѣ противоѣствуютъ изоляціи.

Необходимо самому приготовить эти алюминіевые цилиндры, а это легко выполнить. Покупаютъ тонкій алюминій въ листочкахъ; разрѣзаютъ ихъ на опредѣленные части, наматываютъ на пробойники и хорошо склеиваютъ боковыя

части; къ тому же прикрѣпляютъ ко всей длинѣ цилиндра бумажную ленту. Верхняя часть цилиндра закрывается тонкой пластинкой, которую сгибають и наклеиваютъ.

Цилиндръ С, какъ видно, образуетъ ящикъ Фарадея, т. е. экранъ, который находится внѣ всякихъ внѣшнихъ электрическихъ вліяній. Когда листочки заряжены и цилиндръ С поставленъ на мѣсто, то невозможно разрядить электроскопъ, даже тогда, если направлять на С потокъ искръ.

Чтобъ разрядить инструментъ, поступаютъ такъ: снимають внѣшній цилиндръ С, и оставляють на мѣстѣ цилиндръ В, окружающій шарикъ. Заряжаютъ инструментъ черезъ вліяніе приближеніемъ стеклянной натертой палочки и касаясь пальцемъ цилиндра В. Легко замѣчаютъ при этихъ условіяхъ, что цилиндръ В заряженъ отрицательно, шарикъ А положительно, а золотые листочки отрицательно. Ставятъ тогда на мѣсто внѣшній цилиндръ С, который соединяють съ землей при помощи цѣпи (не необходимое предохранительное средство), и подвергаютъ систему вліянію, которое хотять на него произвести. Если черезъ цилиндръ С кое-что проходитъ, или онъ кое-что выдѣляетъ, золотые листочки болѣе или менѣе быстро сближаются.

Можно, напротивъ, добиться того, что электроскопъ при этихъ условіяхъ заряжается. Дѣйствуютъ тогда такимъ образомъ: инструментъ заряжаютъ, какъ въ предыдущемъ случаѣ, открываютъ ящикъ электроскопа, металлическимъ остріемъ касаются стержня Е, къ которому прикрѣплены золотые листочки; послѣдніе тогда быстро спадаются.

Когда потомъ подвергаютъ инструментъ радіоактивному вліянію, напримѣръ, солнечному свѣту, листочки медленно раздвигаются на нѣсколько градусовъ.

Легко понять процессъ этого заряда. Предположимъ, для объясненія, что инструментъ былъ заряженъ натертой эбонитовой палочкой.

Электричество, способное зарядить инструментъ, не происходитъ отъ свѣта. Дѣйствіе послѣдняго косвенное. Касаясь золотыхъ листочковъ, мы лишаемъ ихъ положительнаго заряда, почему они и спадаются; но мы не уничтожаемъ отрицательнаго заряда шарика, поддерживаемаго положительнымъ электричествомъ маленькаго цилиндра. Когда послѣдній, подъ вліяніемъ потоковъ, проникающихъ чрезъ большой цилиндръ, или выдѣляемыхъ отчасти самостоятельно, начинаетъ разряжаться, онъ ужъ больше не въ состояніи поддерживать то же количество отрицательнаго электричества на шарикѣ. Часть электричества послѣдняго тогда стекаетъ въ листочки, которые, зарядившись одноименнымъ электричествомъ, расходятся.

Чѣмъ больше цилиндръ разряжается, тѣмъ больше раздвигаются листочки. Шарикъ и цилиндръ образуютъ въ нѣкоторомъ родѣ двѣ чашки чувствительныхъ вѣсовъ. Раздвиганіе золотыхъ листочковъ указываетъ на очень слабую разницу гирь на обѣихъ чашкахъ. Въ силу этой аналогіи я далъ инструменту названіе электроскопа съ дифференціальнымъ конденсаторомъ.

Таковы, въ общихъ чертахъ, основные инструменты, которыми я пользовался при моихъ опытахъ. Я пользовался еще другими, которые я опишу въ главахъ, посвященныхъ различнымъ опытамъ, или которые я ужъ описалъ въ самомъ текстѣ книги.

ГЛАВА ВТОРАЯ.

Методы наблюденія, употребляющіеся для изслѣдованія дематериализаціи тѣлъ отъ свѣта.

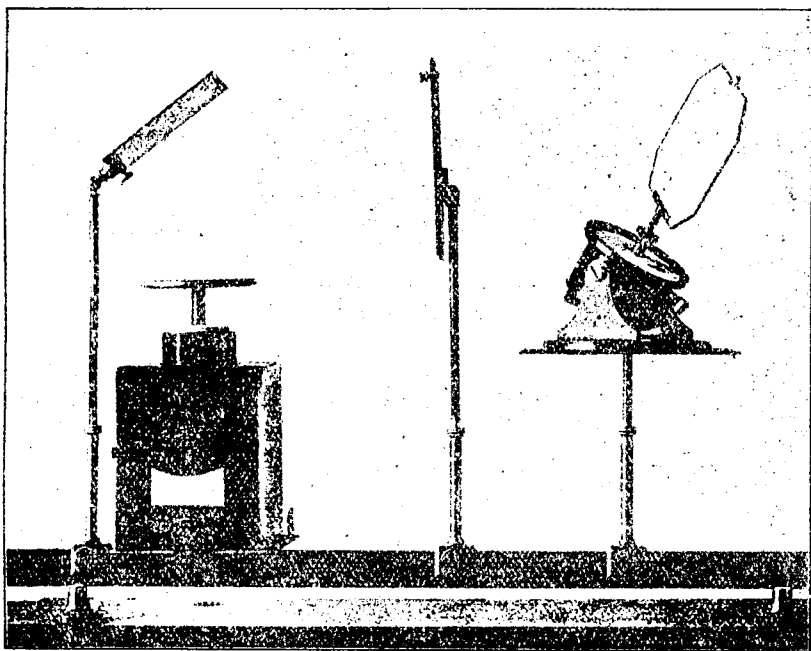
Изслѣдуемая тѣла располагаются пластинками, наклоненными подъ угломъ въ 45° надъ чашкой электроскопа (фиг. 39, 46), заряженной положительнымъ электричествомъ и безъ непосредственнаго съ нимъ соединенія. Когда испытуемая тѣла подвергаются дѣйствію свѣта, они выделяютъ потоки, которые разряжаютъ электроскопъ, если только послѣдній имѣлъ *положительный* зарядъ. Эти потоки почти не дѣйствуютъ, если зарядъ электроскопа отрицательный.

При опытахъ, служащихъ для демонстраціи, можно ограничиться употребленіемъ простой алюминиевой или цинковой пластинки, сначала натертой наждачной бумагой и прикрѣпленной любымъ образомъ надъ электроскопомъ съ чашечкой, заряженнымъ положительно. При измѣрительныхъ опытахъ я пользовался схемой, представленной на фиг. 39. Не слѣдуетъ, однако, прибѣгать къ гелиостату, а непосредственно направлять свѣтъ на испытуемый металлъ. Гелиостатъ значительно уменьшаетъ разрядъ вслѣдствіе поглощенія зеркаломъ ультра-фіолетоваго свѣта. Отражательная способность металловъ, очень значительная въ инфракрасномъ свѣтѣ, значительно уменьшается вмѣстѣ съ длиной волны. Полированное серебро, напримѣръ, едва отражаетъ 15% падающихъ ультрафіолетовыхъ лучей конца солнечнаго спектра. Въ началѣ ультрафіолетовой части ($0,400 \mu$) оно, напротивъ, отражаетъ почти 80% падающихъ лучей.

Электроскопъ можетъ быть заряженъ при помощи сухого элемента или черезъ вліяніе отъ натертой эбонитовой па-

лочки. Слѣдуетъ заботиться, чтобъ золотые листочки всегда имѣли одинаковый потенциалъ и чтобъ они, слѣдовательно, были отклонены на одинаковое число градусовъ отъ вертикали (20 градусовъ въ нашихъ опытахъ). Уголъ листочковъ проектируется на матовую стеклянную пластинку, раздѣленную на градусы, какъ это видно изъ нашего чертежа. Освѣщаютъ, какъ я это сказалъ, инструментъ посредствомъ лампы, помѣщенной въ глубинѣ комнаты, на разстояніи нѣсколькихъ метровъ отъ того мѣста, гдѣ происходятъ опыты.

Свѣтовыми источниками служили: 1) солнце для лучей, спектръ которыхъ идетъ до $0,295 \mu$; 2) для лучей, идущихъ дальше ультра-фіолетовой части, и которые отсутствуютъ въ солнечномъ спектрѣ, пользовались, въ качествѣ свѣтового источника, искрами конденсатора; послѣдніе сверкаютъ между алюминіевыми стержнями, помѣщенными въ ящикѣ, закры-



Фиг. 39. Аппаратъ, употребляемый для доказательства диссоціаціи матеріи подѣйствіемъ солнечнаго свѣта. Надѣво металлическая пластинка, помѣщенная надъ электро스코помъ, заряженнымъ положительно и въ соединеніи съ нимъ. Въ серединѣ фигуры изображена подставка, на которой помѣщаются экраны, назначенные для исключенія различныхъ частей спектра. Направо помѣщается гелиостатъ, посылающій солнечные лучи на металлическую пластинку. Слѣдуетъ избѣгать, насколько это возможно, послѣдняго, ибо поверхность зеркала сильно поглощаетъ ультра-фіолетовый свѣтъ.

томъ кварцовой пластинкой; пластинки въ свою очередь защищаются металлической сѣткой.

Послѣдняя вмѣщается въ металлическій листъ, соединенный съ землей, такъ что онъ въ всякаго электрическаго вліянія (фиг. 40).

Чтобъ сдѣлать опыты сравнимыми между собой, тѣла, на которыя долженъ дѣйствовать свѣтъ, разрѣзаются на квадратныя пластинки со стороной въ 0,10 мм., и помѣщаются на разстояніи 15 сантиметровъ отъ электроскопа. Шарикъ послѣдняго замѣщается широкой мѣдной пластинкой,— условіе, необходимое для быстрого разряда. Мѣдь очень мало чувствительна къ солнечному свѣту и сильно чувствительна къ электрическому. Такимъ образомъ, вовсе не необходимо, хотя мы такъ поступали, защищать чашку отъ дѣйствія свѣта, когда опытъ производится на солнцѣ. Напротивъ, необходимо ее защищать отъ дѣйствія свѣтового источника, когда пользуются электрическимъ свѣтомъ. Это очень легко достигается простымъ диспозитивомъ, отмѣченнымъ на фиг. 40.

Чтобъ отдѣлить различныя области спектра и опредѣлить дѣйствіе каждаго изъ нихъ, мы помѣщали между свѣтомъ и тѣломъ различные экраны (кварцевый ящикъ, содержащій прозрачный растворъ сульфата хинина, толстое стекло въ 3 мм., стекло въ 0,1 мм. слюда въ 0,01 мм., каменную соль, кварцъ и т. д.). Сначала опредѣлили прозрачность этихъ экрановъ для различныхъ лучей. Для этого ихъ помѣщали передъ спектрографомъ и опредѣляли при помощи сфотографированныхъ спектральныхъ линій длину волны лучей, пропускаемыхъ каждымъ прозрачнымъ тѣломъ. Изображенные спектры (фиг. 41 и 42) указываютъ на нѣкоторые изъ этихъ снимковъ. Нельзя было пользоваться цвѣтными стеклами, за исключеніемъ красныхъ и зеленыхъ, ибо они фактически слабо помогаютъ и только уменьшаютъ интенсивность.

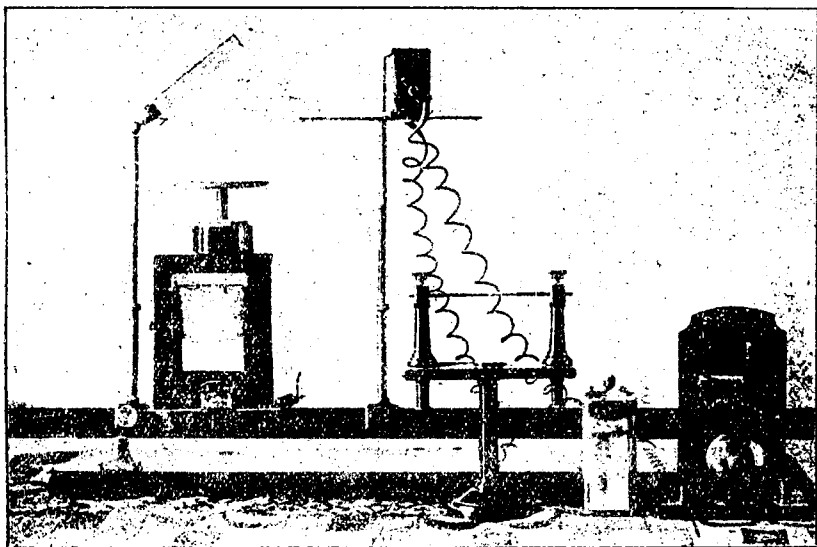
Что касается поглощенія, я отмѣчу, что поглощающія тѣла могутъ быть помѣщены въ два класса, въ спеціальные поглотители и въ тѣла, поглощающія интенсивность свѣта. Первые ясно задерживаютъ опредѣленную область спектра, всегда одну и ту же, независимо отъ экспозиціи. Послѣднія, являясь спеціальными поглотителями опредѣленныхъ областей, дѣйствуютъ въ достаточно широкой области только тѣмъ, что уменьшаютъ интенсивность. Поглощеніе, такимъ образомъ, зависить отъ продолжительности экспозиціи. Растворы двухромкаліевой соли или сульфатъ хинина суть спеціальные поглотители. Они пропускаютъ только опредѣленную область спектра, и область эта не удлиняется, какова бы ни была экспозиція. Безцвѣтное стекло, хотя и

производить особенное поглощеніе опредѣленныхъ областей, но въ сравнительно широкой части оно особенно уменьшаетъ интенсивность активныхъ лучей, т. е. поглощаетъ ихъ частями, вотъ почему впечатлѣніе не устанавливается ясно въ опредѣленной точкѣ.

Особенные поглотители очень рѣдки; поглотители интенсивности, напротивъ, многочисленны.

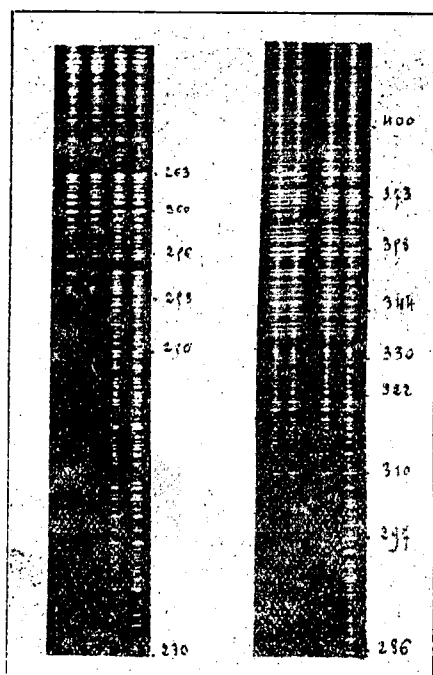
Всѣ цвѣтныя стекла, исключая красно- и темно-зеленое, только уменьшаютъ интенсивность. Въ этомъ легко убѣдиться, если сфотографировать солнечный спектръ позади цвѣтныхъ стеколъ.

Слегка продолжая экспозицію, получаютъ весь видимый солнечный спектръ черезъ синее, желтое и фіолетовое и т. д. стекла. Явленіе это очень важно для фізіологовъ, ибо оно показываетъ, что различные опыты, произведенные надъ животными и растениями при помощи солнечнаго свѣта, пропущеннаго черезъ цвѣтныя стекла, ничего не доказываютъ. Наблюдаемая разницы зависятъ отъ причинъ, отличныхъ отъ тѣхъ, на которыя ссылались.



Фиг. 40. Аппаратъ, употребляемый для доказательства диссоціаціи матеріи, подѣ влияніемъ ультра-фіолетоваго свѣта, произведеннаго электрическими искрами. На чертежѣ отсутствуетъ индукціонная катушка, лейденскія банки и металлическая пластинка, защищающая ящикъ, изъ котораго извлекаются искры. На чертежѣ виденъ аппаратъ, назначенный для обнаруженія, при помощи трубки Бранли съ опилками и со звонкомъ, герцовскихъ волнъ, часто мѣшающихъ опыту, какъ мы это объяснили въ текстѣ.

Вотъ таблица прозрачности экрановъ или жидкостей, которыми мы пользовались для изоляціи различныхъ частей спектра. Для градуированія длины волнъ крайней ультра-фіолетовой части спектра я пользовался указаніями моего друга, ученаго астронома Deslandres'a.



Фиг. 41.

Фиг. 42.

Определение при помощи фотографіи прозрачности тѣлъ для различныхъ областей спектра. Первый спектръ, изображенный на фиг. 42 справа представляетъ невидимый ультра-фіолетовый спектръ отъ искръ желѣза безъ всякаго промежуточнаго тѣла. Остальные три спектра, налѣво отъ той же фигуры, представляютъ поглощеніе безцвѣтнымъ стекломъ толщиной въ 0,8 мм. Оба спектра направо въ фигурѣ 41 представляютъ продолженіе ультра-фіолетоваго желѣзнаго спектра безъ экрановъ. Оба спектра налѣво той же фигуры представляютъ поглощеніе безцвѣтной стеклянной пластинкой толщиной въ 0,1 мм. Эта пластинка, толщиной въ листъ бумаги, совершенно непрозрачна для широкой части спектра. Цифры представляютъ дѣленіе спектра по длинѣ волны. Спектръ въ фигурѣ 42 идетъ отъ $\lambda = 0,400 \mu$ до $\lambda = 0,286 \mu$. Спектръ въ фигурѣ 41 представляетъ продолженіе ультра-фіолетовой области. Онъ градуированъ отъ $\lambda = 0,263$ до $\lambda = 0,230 \mu$. Солнечный спектръ, какъ извѣстно, гораздо короче, ибо онъ не превышаетъ $\lambda = 0,295 \mu$. Спектроскопъ, употреблявшійся для полученія этихъ фотографій, былъ снабженъ флуориновыми призматическими чечевицами, которые еще прозрачнѣе кварцовыхъ и пропускаютъ ультра-фіолетовый свѣтъ до $\lambda = 0,175$.

Таблица прозрачности различных экрановъ.

Поглощающія тѣла.

Дисциплированная вода толщиной въ одинъ сантиметръ.

Водный 10% растворъ сульфата хирина, подкисленный сѣрной кислотой.

Эскулинъ въ спиртовомъ растворѣ.

Сульфатъ аммоніевой мѣди.

10% водный растворъ дихромокалиевой соли.

Урановое стекло толщиной въ $1\frac{1}{2}$ сантиметра.

Темно-зеленое стекло.

Красное—рубиновое стекло.

Оконное стекло, толщиной въ 3,3 мм.

Безцвѣтное стекло, толщиной въ 0,8 мм.

Тонкое стекло, толщиной въ 0,1 мм. (пластинка микроскопа).

Часть спектра, пропускаемая поглотителемъ.

Пропускаетъ весь видимый спектръ и самую большую ультра-фіолетовую часть.

Пропускаетъ видимый спектръ приблизительно до h и задерживаетъ всю ультра-фіолетовую часть.

Пропускаетъ весь видимый спектръ, исключая малую фіолетовую часть между h и N ; задерживаетъ ультра-фіолетовую область.

Пропускаетъ видимый спектръ отъ E и ультра-фіолетовую до N .

Поглощаетъ весь ультра-фіолетовый и видимый спектръ до E и D , т.е. немного выше границъ зеленого свѣта.

Пропускаетъ весь видимый спектръ и ультра-фіолетовый до N .

Пропускаетъ часть видимого спектра между E и G .

Пропускаетъ приблизительно всю инфра-красную отъ $\lambda = 2\mu$ и красную часть видимого спектра. Задерживаетъ весь остальной спектръ.

Пропускаетъ весь видимый спектръ и ультра-фіолетовую часть до N , даже до O при подходящихъ экспозиціи и времени.

Пропускаетъ вмѣстѣ съ видимымъ спектромъ ультра-фіолетовую часть до $\lambda = 0,295\mu$.

Пропускаетъ весь видимый спектръ и ультра-фіолетовую часть до $\lambda = 252 \mu$. Совершенно непрозрачна для слѣдующей области.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

Опыты надъ дематериализаціей матеріи въ различныхъ областяхъ спектра.

Дѣйствіе различныхъ частей спектра на дематериализацію матеріи.

Дѣйствуя согласно описанному методу, т.-е. посредствомъ различныхъ экрановъ, прозрачность которыхъ опредѣляется спектроскопической фотографіей и которые вставляются между свѣтомъ и тѣломъ, на которое свѣтъ дѣйствуетъ, мы опредѣляли, по скорости разряда электроскопа, количество потоковъ, выдѣляемыхъ каждымъ тѣломъ во время его диссоціаціи, въ зависимости отъ областей спектра, на него дѣйствовавшихъ, т.-е. мы опредѣляли интенсивность каждой области. Удалось такимъ образомъ установить, что тѣла неодинаково диссоциируются отъ свѣта, что дѣйствіе, производимое различными частями спектра, очень различно. Вотъ полученные результаты:

Тѣла, чувствительныя къ лучамъ входящимъ въ солнечный спектръ, т.-е. не превышающимъ $\lambda = 0,295 \mu$. Большинство тѣлъ чувствительны, но въ очень различныхъ степеняхъ. Дѣйствіе, въ самомъ дѣлѣ, мѣняется отъ разряда электроскопа на 20^0 въ 5 секундъ до разряда только на 1^0 въ одну минуту. Нѣкоторыя тѣла, такимъ образомъ, въ 500 разъ менѣе чувствительны, чѣмъ другія.

Тѣла, наиболѣе чувствительныя къ свѣту, суть слѣдующія:

Амальгамированное олово, амальгамированная мѣдь, очищенный алюминій, амальгамированное серебро, очищенный магній, очищенный цинкъ, амальгамированный свинецъ, ртуть со слѣдами олова.

Наименѣе чувствительныя тѣла, т.-е. дающія разрядъ отъ одного до 2^0 въ 2 минуты, слѣдующія:

Золото, серебро, платина, мѣдь, кобальтъ, чистая ртуть, олово, картонъ, дерево, фосфоресцирующія сѣрнистыя соединенія, органическія вещества. Въ тѣлахъ со слабой диссоціаціей, напримѣръ, такихъ, которыя упомянуты на послѣднемъ мѣстѣ, дѣйствіе вообще наблюдается только тогда, когда солнечные лучи содержатъ область спектра, идущую отъ М до U, область, часто исчезающую даже при ясной погодѣ, какъ я это скоро объясню.

Если изслѣдованіе совершается при помощи экрановъ, о которыхъ я выше говорилъ, и на основаніи дѣйствія на электроскопъ, энергія различныхъ областей солнечнаго спектра, дѣйствующая на очень чувствительныя тѣла, какъ амальгамированное олово или алюминій, выражается слѣ-

дующими цифрами (принимая за 100 все произведенное дѣйствіе).

Дѣйствіе солнечнаго спектра, идущаго до $\lambda = 0,400 \mu$. 6%.

Дѣйствіе области, идущей отъ $\lambda = 0,400 \mu$ до $\lambda = 0,360 \mu$. 9%.

Дѣйствіе области, идущей отъ $\lambda = 0,360 \mu$ до $\lambda = 0,295 \mu$. 85%.

При помощи различныхъ способовъ можно нѣкоторыя тѣла дѣлать чувствительными для областей, для которыхъ они не чувствительны. Ртуть и олово — тѣла мало чувствительныя. Достаточно однако прибавить къ первому тѣлу количество олова, равное $1/6000$ вѣса ртути, чтобъ сдѣлать его чувствительнымъ для ультра-фіолетовой области между $\lambda = 0,360 \mu$ и $\lambda = 0,296 \mu$. Приготовленная такимъ путемъ ртуть прекрасный реактивъ для изслѣдованія измѣненій ультра-фіолетовой части въ зависимости отъ часа, дня и времени года. Если количество прибавленнаго олова доходить до 1%, ртуть чувствительна почти для всей остальной части спектра.

Тѣла, чувствительныя только къ лучамъ, длина волнъ которыхъ ниже 0,295 μ . Среди этихъ тѣлъ я особенно отмѣчу слѣдующія: кадмій, олово, серебро и свинецъ.

Тѣла чувствительныя къ лучамъ съ длиной волны ниже 0,252 μ . Это самыя многочисленныя тѣла; среди нихъ можно указать слѣдующія: золото, платина, мѣдь, желѣзо, никкель, органическія вещества (сульфаты и фосфаты соды, хлористый натръ и т. д.). Послѣ металловъ, самыми активными тѣлами являются сажа (20° разряда въ минуту) и черная бумага. Менѣе активными являются органическія вещества (листья и особенно растенія).

Различныя химическія соединенія диссоціируются подъ вліяніемъ свѣта, какъ простыя тѣла, но въ различныхъ степеняхъ. Фосфатъ соды и сульфатъ соды даютъ 14° въ минуту, хлористый амміакъ 8°, хлористый натръ 4° и т. д. Для наблюденія разряда растворяютъ тѣла до насыщенія въ растворителѣ, наливаютъ растворъ на стеклянную пластинку и испаряютъ его. Стеклянная пластинка потомъ помѣщается обычнымъ путемъ надъ электроскопомъ.

Указанныя нами измѣненія заряда имѣютъ мѣсто только въ отмѣченныхъ нами областяхъ спектра. По мѣрѣ приближенія къ болѣе преломляемымъ областямъ, чувствительность различныхъ тѣлъ становится менѣе различною; она стремится къ равенству, котораго она никогда однако не достигаетъ. Въ ультра-фіолетовой части, напримѣръ, золото почти неактивно, приблизительно въ 500 разъ менѣе активно, чѣмъ алюминій. Дальше въ ультра-фіолетовой части, получающейся отъ электрическаго свѣта (начиная съ 0,252 μ)

оно, напротивъ, почти такъ же быстро диссоціируется, какъ послѣдній металлъ.

Въ этой ультра-фіолетовой части разница дѣйствія между наименѣ чувствительными тѣлами (сталь, платина и серебро) и чувствительными тѣлами (напримѣръ, амальгмированное олово) измѣняется тогда только въ отношеніи 1 къ 2.

Тѣла со средней проводимостью: сажа, химическія соединенія, дерево и сталь въ крайней части спектра менѣ чувствительны, чѣмъ металлы. Разрядъ, производимый, напримѣръ, сажей въ этой области, ниже разряда, производимаго оловомъ.

Вліяніе чистки.

Дѣйствіе очищенія очень важно для металловъ, подвергнутыхъ дѣйствію лучей, содержащихся въ солнечномъ спектрѣ; ихъ надо каждыя десять минутъ хорошо очищать тонкой наждачной шерстью, иначе разрядъ можетъ совершаться въ 200 разъ медленнѣе. Въ ультра-фіолетовой части начиная съ $\lambda = 0,252 \mu$ вліяніе очищенія еще очень явпо, но меньше, чѣмъ для солнечнаго спектра. Достаточно въ теченіе 12 дней не чистить тѣла, чтобъ разрядъ равнялся только половинѣ разряда, который имѣетъ мѣсто послѣ предварительнаго очищенія.

Вліяніе вещества электродовъ.

Если съ цѣлью полученія радіацій, идущихъ дальше въ ультра-фіолетовой части, чѣмъ лучи солнечнаго спектра, пользуются искрами конденсатора (двѣ лейденскіихъ банки, помѣщенныхъ параллельно въ цѣпи индукціонной катушки), то интенсивность диссоціаціи сильно мѣняется въ зависимости отъ природы металла электродовъ.

Алюминіевыя острия даютъ свѣтъ, вызывающій диссоціацію, которая при равныхъ условіяхъ почти въ три раза больше диссоціаціи золотыхъ остріевъ. Мѣдные и серебряные электроды сходны въ этомъ отношеніи съ золотыми электродами.

Первыя, напрашивающіяся сами собою объясненія, сводятся къ тому, что нѣкоторые металлы имѣютъ болѣе распространенный спектръ въ ультра-фіолетовой части, чѣмъ другіе. Это объясненіе отвергаютъ измѣренія Эдера ¹⁾, который показалъ, что спектры большинства металловъ занимаютъ одно и то же пространство въ ультра-фіолетовой части. Спектръ искръ золота, электроды котораго менѣ активны,

¹⁾ Eder et Valenta, Normal Spectrum einiger Elemente (Kaiserlichen Academie der Wissenschaften, Wien 1899).

идетъ такъ же далеко, какъ спектръ алюминія — металла, электроды котораго наиболѣе активны.

Повидимому, различіе дѣйствій, вызываемыхъ свѣтомъ, — происходящимъ отъ искръ различныхъ металловъ, не зависитъ отъ различія свѣтовой интенсивности. Доказательствомъ тому служитъ то, что хлористо-серебряная фотографическая бумага, помѣщенная въ теченіе 60 сек. передъ кварцевымъ окномъ, покрывающимъ ящикъ, откуда свертываютъ искры различныхъ металловъ, даетъ одинаковую интенсивность впечатлѣнія, за исключеніемъ того случая, когда она помѣщается передъ стальными электродами. Впечатлѣніе тогда интенсивнѣе, чѣмъ отъ алюминіевыхъ искръ. Явленіе это противоположно тому, что даетъ диссоціирующее дѣйствіе ихъ свѣта. Во время этихъ короткихъ экспозицій на бумагу дѣйствуютъ только лучи съ длиной волны меньше чѣмъ $\lambda = 0,310 \mu$, какъ это показываетъ то, что вставленіе тонкаго стекла, останавливающаго болѣе короткія волны, останавливаетъ также и это впечатлѣніе.

Предыдущіе факты, указывающіе на большое различіе дѣйствія электродовъ въ зависимости отъ ихъ вещества, какъ будто показываютъ, что спектръ различныхъ металловъ содержитъ, помимо свѣта, нѣчто, чего мы не знаемъ.

Вліяніе измѣненія положенія солнечнаго свѣта на его способность къ дематеріализаціи тѣлъ.

Исчезновеніе въ нѣкоторые моменты ультра-фіолетовой солнечной части.

Когда дѣйствуютъ при помощи солнечнаго спектра, то быстро убѣждаются, что многочисленные факторы могутъ измѣнять производство потоковъ, вытекающихъ изъ диссоціи матеріи и, слѣдовательно, и интенсивность разряда въ большихъ размѣрахъ. Мы вернемся къ этому вопросу, когда будемъ говорить по поводу такъ называемой отрицательной потери.

Мы должны однако сейчасъ же отмѣтить очень важную причину измѣненія, ибо если ее упускаютъ изъ виду, то получаютъ результаты, различные отъ результатовъ, нами указанныхъ. Я имѣю въ виду измѣненія положенія состава солнечнаго свѣта.

Какъ только я организовалъ серію опытовъ надъ тѣлами, обладающими постоянной активностью, я замѣтилъ, что опыты, произведенные въ теченіе нѣсколькихъ дней въ одно и то же время, даютъ различные результаты. По исключеніи всѣхъ факторовъ, которые могли бы вліять на результаты опытовъ, я очутился передъ единственнымъ, а именно передъ различнымъ положеніемъ дневного свѣта. Такъ какъ это было только гипотезой, то ее пришлось провѣрить. Въ виду того, что измѣненія, вѣроятно, происходятъ отъ невидимыхъ

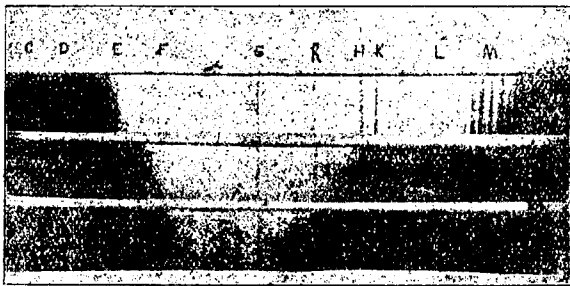
частей спектра, въ моемъ распоряженіи было единственное средство провѣрки, а именно спектроскопическая фотографія этой невидимой области. Въ трудахъ по физикѣ фигурируетъ только то указаніе, что ультра-фіолетовая часть исчезаетъ, когда солнце приближается къ горизонту, въ чемъ, между прочимъ, насъ убѣждаетъ дѣйствіе на электроскопъ. Но такъ какъ я замѣчалъ различія дѣйствій на одни и тѣ же часы дня и даже тогда, когда солнце стояло высоко, то предыдущее указаніе оказалось недостаточнымъ для объясненія этихъ явленій.

Фотографіи спектра, сдѣланныя въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ, подтвердили мои предположенія, что въ зависимости отъ дня и даже въ одинъ и тотъ же день, при отсутствіи всякой причины, которая могла бы вліять на явленіе, большая часть ультра-фіолетовой области, начиная отъ линій L или M, иногда внезапно исчезаетъ. (Фиг. 43).

Это явленіе всегда согласуется съ медленностью разряда электроскопа. На это исчезновеніе ультра-фіолетовой части не вліяетъ состояніе неба, ибо оно иногда имѣетъ мѣсто въ очень ясную погоду; между тѣмъ въ облачную погоду явленіе это отсутствуетъ. Вотъ, между прочимъ, нѣкоторые полученные результаты: 23 августа 1901 г. 3 ч. 50 м. Очень ясная погода; исчезаніе ультра-фіолетовой части, начиная съ M.

30 августа 1901 г. 11 ч. утра. Очень ясная погода. Исчезновеніе ультра-фіолетовой части, начиная съ линій L.

31 августа 1901 г. 3 ч. дня. Бурное время. Небо покрыто облаками. Ультра-фіолетовая часть не исчезаетъ.



Фиг. 43. Фотографіи, указывающія на исчезновеніе ультра-фіолетовой части въ нѣкоторые дни подъ вліяніемъ неизвѣстныхъ причинъ. Верхняя полоса представляетъ обыкновенный солнечный спектръ, идущій приблизительно до полосы N. Подъ ней помѣщенная полоса указываетъ на исчезновеніе ультра-фіолетовой части, начиная съ полосы L, какова бы ни была экспозиція. Нижняя полоса представляетъ полное упраздненіе ультра-фіолетовой части, когда фотографію спектра дѣлають черезъ прозрачный растворъ сульфата хинина.

26 октября и 12 ноября 1901 г. 2 ч. дня. Хорошая погода. Исчезаніе ультра-фіолетовой части, начиная съ М.

Изъ предыдущаго видно, что если бы глазъ былъ чувствителенъ не къ лучамъ между полосами А и Н, а только къ лучамъ между Н и U, мы бы время отъ времени, при полномъ свѣтѣ солнца, внезапно погружались бы въ темноту.

Ультра-фіолетовая часть, согласно моимъ опытамъ, обладаетъ настолько энергичнымъ дѣйствіемъ, что трудно допустить, чтобы она не играла активной роли въ явленіяхъ природы. Очень желательно, чтобы въ обсерваторіяхъ организовали правильныя наблюденія надъ ея отсутствіемъ или присутствіемъ въ свѣтѣ. Заодно ужъ могли бы изслѣдовать измѣненія въ инфракрасной части, для чего имѣется, какъ я это указалъ, соотвѣтственный реактивъ—сѣрнистый цинкъ съ зеленой фосфоресценціей, который для нихъ такъ же чувствителенъ, какъ бромистый желатинъ для видимаго свѣта. Невидимый спектръ, какъ извѣстно, шире видимаго. Возможно, что его очень легкое изслѣдованіе дастъ метеорологія, которая теперь еще находится въ очень зачаточномъ состояніи своего развитія.

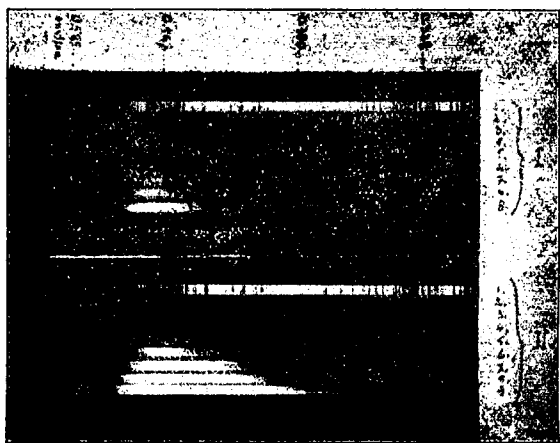
Сравнительныя дѣйствія солнечнаго свѣта и искусственнаго свѣта.

Съ точки зрѣнія диссоціирующихъ дѣйствій свѣта получаемые результаты сильно зависятъ отъ количества ультра-фіолетовыхъ лучей. Свѣтъ электрическихъ искръ, менѣе яркій, чѣмъ свѣтъ простой свѣчи, дѣйствуетъ быстрѣе, чѣмъ солнечный свѣтъ вслѣдствіе того, что онъ содержитъ много лучей, принадлежащихъ къ крайнему концу спектра.

Обыкновенный свѣтъ, керосиновый, отъ свѣчи, отъ масла и т. д. почти не дѣйствуетъ, не потому, что онъ не содержитъ ультра-фіолетовыхъ лучей, но потому, что его интенсивность очень слабая. Въ дѣйствительности спектръ пламени идетъ очень далеко въ ультра-фіолетовую часть. Чтобы доказать это, а также для доказательства слабой интенсивности этихъ лучей, нужно дѣйствовать при помощи кварцеваго спектроскопа. Такъ какъ у меня не было этого дорогого инструмента, я попросилъ очень опытнаго физика, г. Watevill'a, сфотографировать спектры различнаго пламени. Воспроизведенная здѣсь фотографія показываетъ: 1) что спектръ пламени свѣчи имѣетъ очень широкую ультра-фіолетовую часть, 2) что интенсивность его настолько слаба, что нужна продолжительная экспозиція для того, чтобы его вызвать.

Ультра-фіолетовымъ лучамъ электрическаго свѣта и особенно ультра-фіолетовымъ лучамъ газовыхъ ртутныхъ лампочекъ, справедливо приписываютъ разрушительное дѣй-

ствіе на глаза. Неправильно предположеніе, что стекло задерживаетъ ультра-фіолетовые лучи. Опыты наши показываютъ, что оно задерживаетъ только крайнюю ультра-фіолетовую часть. Всѣ ультра-фіолетовые лучи между $0,400 \mu$ и 300μ проходятъ черезъ стекло. Между прочимъ, я полагаю, что разрушительное дѣйствіе на глаза искусственнаго свѣта



Фиг. 44. Сравнительные спектры свѣчи и электрической дуги, указывающіе на продолженіе спектра обыкновеннаго пламени въ ультра-фіолетовой части и на слабое дѣйствіе, вызываемое матовымъ стекломъ.— Числа вверху фигуры указываютъ на длины волнъ. Верхніе спектры (I) это спектры отъ обыкновенной свѣчи. Они идутъ до $0,380 \mu$. Нижніе спектры (II) происходятъ отъ электрической лампочки въ 16 свѣчей, покрытой матовымъ стекломъ. Они идутъ до $0,328 \mu$. Верхній спектръ каждой фигуры происходитъ отъ желѣзныхъ линій, употребляющихся для градуирования. Всѣ 7 спектровъ каждой фигуры отличаются только продолжительностью экспозиции.

зависитъ не только отъ ультра-фіолетовыхъ лучей, но и отъ другихъ причинъ. Самая главная среди этихъ причинъ это та, что пропорціональность входящихъ въ него лучей не такая же, какъ у дневнаго свѣта, къ которому глазъ привыкъ.

Тождество продуктовъ дематеріализаціи тѣлъ отъ свѣта и отъ радиоактивныхъ веществъ.

Мы всегда указывали на аналогію потоковъ диссоціированной матеріи и потоковъ произвольныхъ радиоактивныхъ тѣлъ: *Lepard* и *Thomson* неоспоримо доказали это тождество, ибо они обнаружили ихъ отклоненіе въ магнитномъ полѣ, а также по измѣренію отношенія $\frac{e}{m}$, т. е. заряда частицъ къ ихъ массѣ. Это отношеніе оказалось одинаковымъ

для катодныхъ лучей и для радиоактивныхъ тѣлъ. Lenard'у также удалось добиться сгущенія паровъ воды при помощи потоковъ матеріи, диссоціированной подъ вліяніемъ свѣта.

Фотографическія дѣйствія частицъ тѣлъ, диссоціированныхъ отъ свѣта.

Я когда-то посвятилъ много времени изслѣдованію этихъ фотографическихъ дѣйствій и отказался отъ этого изслѣдованія, ибо, въ силу ихъ неправильности, они не могутъ служить такимъ же методомъ измѣренія, какъ электроскопъ.

Укажу только на то, что чувствительное зеркало, помѣщенное въ бумажную черную обертку вмѣстѣ съ какимъ-нибудь предметомъ, будучи подвергнуто дѣйствію потоковъ частицъ отъ металла, на которое дѣйствуетъ солнце, спустя $\frac{1}{4}$ часа даетъ силуэтъ предмета, помѣщеннаго въ черной бумажѣ. Металлы, непосредственно подвергаемые дѣйствію солнца, иногда очень интенсивно, а иногда совѣтъ не дѣйствуетъ на фотографическую пленку. Они поэтому не могутъ служить предметомъ научнаго изслѣдованія. Болѣе подробно я остановился на этомъ вопросѣ въ моей книгѣ „Эволюціи силъ“. Я обнаружилъ, между прочимъ, что, спустя нѣкоторое время послѣ инсоляціи, металлъ въ общемъ теряетъ способность давать фотографическія изображенія, даже въ томъ случаѣ, если непосредственно положить на инсолированный металлъ фотографическую пластинку. Явленіе это, вѣроятно, происходитъ оттого, что металлъ, какъ, я это показалъ, подъ слабымъ вліяніемъ теплоты теряетъ запасъ радиоактивной эманации, которую онъ содержитъ и которую онъ очень медленно возобновляетъ.

Диффузія потоковъ, происходящихъ отъ дематеріализаціи тѣлъ подъ вліяніемъ свѣта.

Самымъ любопытнымъ свойствомъ, отмѣченнымъ мной у этихъ потоковъ—это ихъ быстрая диффузія. Благодаря ей они непосредственно обходятъ всѣ препятствія.

Диффузія эта столь значительна, что въ опытахъ, изложенныхъ выше, можно поставить чашку электроскопа позади металлическаго зеркала, цѣликомъ его закрывающаго, и слѣдовательно, внѣ дѣйствія всякаго свѣта. Несмотря на это разрядъ не останавливается. Онъ только уменьшается до $\frac{1}{7}$ разряда, который даетъ алюминіевое зеркало. Если электроскопъ помѣщается сбоку зеркала, такъ что его крайній конецъ заходитъ на одинъ сантиметръ внутри вертикали, опредѣляемой его концами, разрядъ уменьшается только до $\frac{1}{10}$. Если электроскопъ находится на разстояніи 10 сантиметровъ, разрядъ уменьшается только на $\frac{3}{4}$. Потоки, такимъ образомъ, цѣликомъ обходятъ зеркало.

Безъ сомнѣнія, распространеніе частью передается че-

резъ воздухъ, но также черезъ самыя стѣнки зеркала, по которымъ частицы какъ будто скользятъ. Онѣ останавливаются только неметаллической поверхностью. Это доказываетъ слѣдующій опытъ, который очень хорошо удается на солнцѣ.

Алюминіевая пластинка, одна сторона которой очень окислена, для того, чтобы сдѣлать ее неактивной, а другая сторона которой прочищена наждачной бумагой, помѣщается надъ электроскопомъ (Фиг. 46) такъ, что свѣтъ падаетъ только на вымытую сторону, направляющую потоки на чашку электроскопа; въ этихъ условіяхъ разрядъ инструмента въ 15 секундъ равняется приблизительно 20° . Переворачиваютъ потомъ металлическую пластинку, такъ что окисленная сторона смотритъ на электроскопъ, на который она направляетъ тѣнь, а вымытая сторона смотритъ на солнце. Произведенные потоки могутъ тогда дѣйствовать на электроскопъ, только обходя пластинку. Но зарядъ еще равняется 5° въ 15 сек. Не измѣняя предыдущаго расположенія, наклеиваютъ черную бумажную ленту шириной въ два сантиметра на неокисленную сторону, смотрящую на солнце. Лента эта мѣшаетъ обходу частицъ, и разрядъ электроскопа останавливается.

Металлы, подвергнутые дѣйствию свѣта, въ большинствѣ случаевъ сохраняютъ остаточный зарядъ; они вслѣдствіе этого слегка разряжаютъ электроскопъ въ нѣсколько мгновеній. Достаточно, такимъ образомъ, изолировать очищенный металлъ и помѣстить его въ темнотѣ надъ электроскопомъ, для того, чтобы вызвать въ нѣсколько секундъ легкій разрядъ.

Механизмъ разряда тѣлъ, наэлектризованныхъ частицами диссоціированной матеріи.

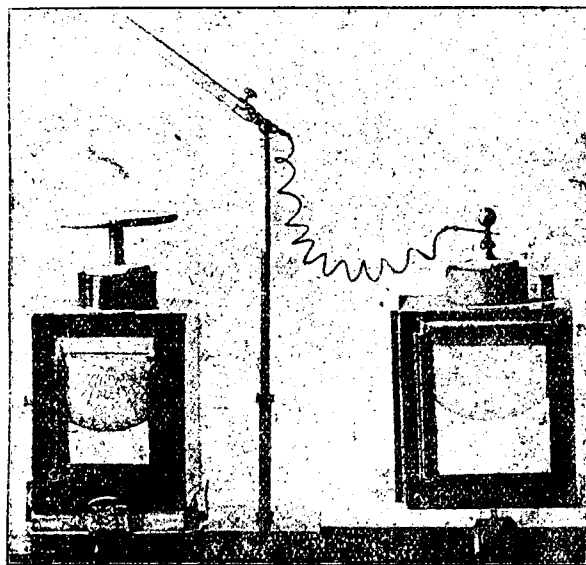
Механизмъ разряда тѣлъ, наэлектризованныхъ отъ потоковъ матеріи, диссоціированной свѣтомъ, газами пламени, эманацией радиоактивныхъ тѣлъ или катодными лучами, одинъ и тотъ же. Они дѣйствуютъ такъ, что дѣлаютъ воздухъ проводникомъ. Чертежъ 45 и текстъ подъ нимъ объясняютъ механизмъ ихъ дѣйствій.

Прозрачность матеріи для потоковъ диссоціированныхъ атомовъ.

Проходятъ ли частицы диссоціированной матеріи черезъ матеріальныя препятствія? Мы знаемъ, что это имѣетъ мѣсто для лучей β радія, но не для лучей α , которые составляютъ 99% выдѣленія и останавливаются тонкимъ листомъ бумаги. Какъ обстоитъ дѣло съ частицами тѣлъ, диссоціированныхъ отъ свѣта? На первый взглядъ кажется, что очень легко обнаружить явленіе прозрачности. Помѣщаютъ реактивъ, чувствительный для нѣкоторыхъ лучей, между этими лучами и тѣломъ, прозрачность котораго испыты-

вають. Если дѣйствіе совершается черезъ препятствія, то казалось бы, что мы имѣемъ право утверждать, что тѣло прозрачно. Повидимому, это очень просто, но фактически, подобное заключеніе неправильно.

Въ самомъ дѣлѣ, часто случается, что тѣло какъ будто прозрачно, хотя оно фактически непрозрачно. Лучи просто его обходятъ, что имѣетъ мѣсто для нѣкоторыхъ тѣлъ, какъ мы это показали въ одномъ изъ предыдущихъ параграфовъ, или для лучей, имѣющихъ большую длину волны. Эта видимая прозрачность часто приводила въ заблужденіе физиковъ по поводу вопроса о предлагаемой прозрачности проводниковъ и изоляторовъ для электрическихъ волнъ. Она допускалась до изслѣдованій, выполненныхъ нами вмѣстѣ съ Branly и показавшихъ, что дома и горы обходятся лучами, которые черезъ нихъ не проходятъ, и что видимая прозрачность металловъ происходитъ оттого, что лучи проходятъ черезъ щели ящичковъ, которые только на



Фиг. 45. Механизмъ разряда электроскопа, вызываемого потоками, которые освобождаютъ металлы, подвергнутые дѣйствию свѣта. Металлическая пластинка, помѣщенная на изолирующей подставкѣ, соединяется съ незаряженнымъ электроскопомъ черезъ проволоку и ставится надъ заряженнымъ электроскопомъ. Когда аппаратъ выставляется на свѣтъ, освобождающіеся потоки дѣлаютъ воздухъ проводникомъ. Отсюда слѣдуетъ, что заряженный электроскопъ разряжается въ то время, когда другой заряжается. Явленія происходятъ такъ, какъ будто электроскопы соединены проволокой.

видъ герметически закрыты, но на дѣлѣ для свѣта они не закрыты.

Видимая прозрачность иногда еще происходитъ оттого, что тѣло, подвергнутое дѣйствию луча, вызываетъ, особаго рода индукцію, тождественный лучъ на противоположной части, противъ мѣста, на которое свѣтъ дѣйствовалъ.

Дж. Томсонъ защищаетъ взглядъ, что то же самое имѣетъ мѣсто для катодныхъ лучей, а Willard долгое время полагалъ, что явленіе это обнаруживается у металловъ, на которые дѣйствуютъ лучи радія. Фотографическое впечатлѣніе черезъ металлъ только простое слѣдствіе вторичнаго лучеиспусканія нижней части пластинки, подвергнутой свѣту, и какъ разъ напротивъ мѣста, на которое свѣтъ дѣйствовалъ. Распространеніе звука даетъ грубый образъ того, что происходитъ въ этихъ случаяхъ. Если помѣстить человѣка въ совершенно закрытую металлическую среду, онъ хорошо услышитъ звуки музыки, играющей внѣ среды. Колебанія воздуха, вызывающія звукъ, какъ будто проходятъ черезъ металлъ. Какъ извѣстно, явленіе совершается иначе: воздухъ, облегающій металлическія стѣнки, приводитъ ихъ въ дрожаніе. Колебанія одной стороны металла передаются другой сторонѣ, которая приводитъ въ дрожаніе воздухъ, съ ней соприкасающійся. Колебанія, такимъ образомъ, какъ будто проникаютъ черезъ металлъ, который на дѣлѣ не прозраченъ для воздуха.

Подобныя разсужденія можно, между прочимъ, примѣнить ко всѣмъ формамъ прозрачности тѣлъ. Можно было бы сюда включить и случай прозрачности для свѣта, если бы эта гипотеза легко согласовалась съ явленіями абберации.

Какъ бы то ни было, очень трудно дать полное разрѣшеніе проблемы прозрачности. Уже одно то, что выдающіеся физики не смогли придти къ соглашенію по поводу прозрачности тѣлъ для радіоактивныхъ лучей и для радіоактивныхъ эманцій, достаточно указываетъ на трудность вопроса. Все, что мы можемъ сказать по поводу тѣла, по предположенію, прозрачнаго, это то, что явленіе совершается точно такъ, какъ будто тѣло на самомъ дѣлѣ прозрачно.

Въ отношеніи потоковъ матеріи, диссоциированной отъ свѣта, вопросъ еще осложняется вслѣдствіе крайней диффузій этихъ потоковъ, позволяющей имъ, какъ мы это видѣли, обходить препятствія. Вставленіе металлической пластинки между потокомъ и электроскопомъ только вводило бы въ заблужденіе. Пришлось бы тогда придать ей исключительные размѣры, и это мало практично.

Для обнаруженія прозрачности или, если угодно, эквивалента прозрачности, необходимо, чтобы тѣло, на которое хотятъ дѣйствовать, было окружено средой, закрытой со

всѣхъ сторонъ. Этого мы добились при помощи нашего электроскопа съ дифференціальнымъ конденсаторомъ, дававшего возможность изслѣдовать прозрачность тѣла для лучей, выдѣляемыхъ свѣтомъ, радіоактивными тѣлами, газами пламени, химическими реакціями и т. д.

Пользованіе этимъ инструментомъ позволило намъ обнаружить видимую прозрачность, но при болѣе точномъ изслѣдованіи явленій, я пришелъ къ заключенію, какъ это увидимъ дальше, что всѣ тѣла содержать эманацию, похожую на эманацию произвольно радіоактивныхъ тѣлъ, и которая, повидимому, является причиной наблюдаемыхъ дѣйствій. Однако, какъ будто доказано, что металлы въ очень тонкихъ пластинкахъ пропускаютъ черезъ себя потоки, вызываемые диссоціаціей тѣлъ подъ вліяніемъ свѣта. Рамзей повторилъ мои опыты и пришелъ къ такому же заключенію.

Причины ошибокъ и ихъ устраненіе. Вліяніе герцовскихъ волнъ, сопровождающихъ электрическія искры, употребляющіеся для производства ультра-фіолетоваго свѣта.

Всѣ изложенные опыты легко осуществимы, когда дѣйствуешь на солнцѣ. Приходится только прибѣгать къ двумъ предохранительнымъ мѣрамъ. Надо, во-первыхъ, тщательно прочистить посредствомъ наждачной бумаги металлъ, надъ которымъ производятъ опыты. Очищеніе это бесполезно при пользованіи ультра-фіолетовымъ свѣтомъ электрическихъ искръ. Слѣдуетъ, во-вторыхъ, замѣнить шарикъ электроскопа, дающій незначительный разрядъ, мѣдной металлической чашечкой діаметромъ приблизительно въ $\frac{1}{10}$ метра. Ее очищать излишне.

Важность широкой поверхности пріемника громадна. Многіе изслѣдователи потому не сумѣли повторить мои опыты, что они игнорировали это обстоятельство.

Когда рѣчь идетъ объ очень преломляемыхъ лучахъ, которые не существуютъ въ солнечномъ спектрѣ, и которые можно получить только при помощи электрическихъ искръ, опыты менѣе точны, и при игнорированіи нѣкоторыхъ мѣръ предосторожности изслѣдователи впадаютъ еще въ ошибки, о которыхъ я сейчасъ разскажу.

Самыя важныя изъ нихъ происходятъ отъ вліянія искръ, способныхъ разрядить электроскопъ. Безъ сомнѣнія, достаточно скрыть свѣтъ искръ при помощи черной бумаги для того, чтобы убѣдиться въ томъ, цѣлкомъ ли остановленъ разрядъ. При наличности искръ разрядъ никогда не останавливается. При обнаруженіи искръ ихъ, однако, не легко уничтожить. Для этого обыкновенно пользуются слѣдующимъ способомъ: покрываютъ кварцъ, закрывающій ящикъ, откуда брызжутъ искры, прозрачной тонкой металлической жестию, вдѣланной въ большую металлическую

рамку, соединенную съ землей. Но это не всегда достаточно. Испытавъ каждый разъ послѣ всякаго опыта, прекратилось ли дѣйствіе электроскопа, при закрытіи свѣта черной бумагой, я нѣсколько разъ убѣждался, что имѣютъ мѣсто быстрые разряды, благодаря вліянію искръ. Такъ какъ эти искры неодинаково дѣйствуютъ на положительный и отрицательный зарядъ электроскопа, такъ какъ онѣ дѣйствуютъ только на одинъ изъ нихъ, я рѣшилъ этого избѣгнуть соединеніемъ съ землей одной изъ арматуръ лейденскихъ банокъ, въ зависимости отъ знака наблюдаемаго разряда. Это средство въ общемъ оказалось цѣлесообразнымъ.

Каково происхожденіе электрическаго вліянія, вызываемаго искрами электродовъ, присутствіе и дѣйствіе которыхъ физики много разъ отмѣчали, но безъ всякой попытки объяснить сущность этого вліянія? Я не могъ найти указанія по поводу этого вопроса и былъ вынужденъ самъ отыскивать сущность этого явленія.

Онѣ просто зависятъ отъ очень маленькихъ герцовскихъ волнъ. Это трудно было предвидѣть, ибо не предполагали, что волны эти способны вызывать разряды между точками.

Ихъ наличность доказывается свѣченіемъ на разстояніи гейслеровскихъ трубокъ (приходится поэтому дѣйствовать въ темнотѣ) или же, преимущественно, трубкой съ опилками, помѣщенной въ цѣпь изъ элемента съ чувствительнымъ звонкомъ. Аппаратъ этотъ, который можно оставить на мѣстѣ, какъ это видно на многихъ изъ нашихъ фигуръ, непосредственно обнаруживаетъ для уха черезъ шумъ звонка образованіе герцовскихъ волнъ, способныхъ мѣшать опытамъ ¹⁾.

Если вспомнить изслѣдованія, сдѣланныя мной вмѣстѣ съ Branly надъ громадной дифракціей герцовскихъ волнъ, позволяющихъ имъ обходить препятствія, и надъ прохождомъ этихъ волнъ черезъ очень тонкія щели, то поймутъ, что трудно, несмотря на всевозможныя мѣры предосторожности, избавиться отъ вліянія этихъ волнъ. Слѣдуетъ, такимъ образомъ, не давать имъ образоваться. Вотъ, согласно моимъ наблюденіямъ, нѣкоторые условія, при которыхъ онѣ возникаютъ: герцовскія волны обнаруживаются, когда ящикъ, содержащій электроды съ искрами, не строго изолированъ

¹⁾ Герцовскія волны не только способны разряжать электроскопъ, заряженный положительно или отрицательно, но еще потомъ его заряжать то положительно, то отрицательно, при условіи нахожденія электроскопа не дальше одного метра отъ источника волнъ. Въ этомъ можно убѣдиться, если помѣстить электроскопъ на разстояніи одного метра отъ радіатора съ шариками, свѣтъ искръ котораго покрываютъ листомъ черной бумаги.

отъ своей подставки при помощи слоя параффина. Онѣ обнаруживаются и тогда, когда электроды слишкомъ сдвинуты и особенно, когда ихъ острія очень притуплены, что имѣетъ мѣсто, если они долго функционировали. Образующіяся тогда герцовскія волны очень маленькія и не распространяются больше чѣмъ на 50—60 сантиметровъ, но это тѣмъ не менѣе мѣшаетъ опытамъ. Онѣ исчезаютъ, если сильно заострить концы электродовъ.

Существуютъ, между прочимъ, другія причины производства герцовскихъ волнъ, но ихъ перечисленіе завело бы далеко. Указанное мной расположеніе приборовъ всегда предупреждаетъ изслѣдователя объ ихъ присутствіи.

Среди указанныхъ мной ошибокъ, существуетъ еще одна, которая, насколько мнѣ извѣстно, нигдѣ не отмѣчена, но очень важна. Я говорю объ измѣненіяхъ поверхности, которыя испытываетъ кварцевая пластинка, подвергнутая, меньше чѣмъ на $\frac{1}{4}$ часа, искрамъ электродовъ. Она покрывается почти невидимымъ слоемъ частицъ пыли, которыя дѣлаютъ ее непрозрачной для ультра-фіолетовыхъ лучей съ длиною волны ниже чѣмъ 0,250 μ . Если пользоваться этимъ измѣненнымъ кварцемъ, то получается то же самое, какъ при пользованіи тонкой стеклянной пластинкой непрозрачной для крайнихъ ультра-фіолетовыхъ лучей—всѣ результаты тогда ложны. Эта ошибка, которая отняла у меня много времени, очень легко исправима, ибо достаточно каждая 10 минутъ или каждую четверть часа вытирать кварцъ тонкой тряпкой.

Всѣ перечисленныя ошибки могутъ также вліять на такъ называемую отрицательную потерю, которую я сейчасъ изслѣдую.

Истолкованіе предыдущихъ опытовъ.

Такъ какъ я уже объяснялъ опыты, изложенные въ этой главѣ, то я ограничусь напоминаніемъ того, что всѣ продукты диссоціаціи тѣль отъ свѣта тождественны съ продуктами радиоактивныхъ веществъ. Одинаковыя отклоненія частицъ въ магнитномъ полѣ, одинаковое отношеніе массы къ электрическому заряду и т. д.

Но какъ объяснить это диссоціирующее дѣйствіе слабого луча свѣта на твердый металлъ? Трудно опредѣлить сущность этого явленія. Укажу только, какъ его толкуетъ профессоръ De-Heen въ его статьѣ: „Такъ называемыя радиоактивныя и катодныя явленія“;

„Когда свѣтовой лучъ падаетъ на поверхность металлическаго зеркала, іоны дрожатъ въ унисонъ съ частью или со всѣми лучами, падающими на зеркало. Такимъ образомъ, во время дѣйствія луча пленка безконечно малой

толщины звучить, имѣя такую же частоту колебанія, какъ и колебанія источника.

Для свѣтовыхъ и ультра-фіолетовыхъ лучей поверхность эта дѣйствительно отвѣчаетъ исключительной температурѣ, о которой нельзя узнать черезъ соприкосновение, ибо, въ виду очень малой толщины, количество теплоты на этой пленкѣ очень ничтожно.

Но если это такъ, по металлической поверхности, подвергнутой дѣйствию свѣтовыхъ, а главнымъ образомъ ультра-фіолетовыхъ лучей, пройдутъ по всѣмъ направленіямъ токи, которымъ мы дадимъ названіе токовъ исключительной частоты.

Іоны будутъ тогда подвергнуты отталкивающимъ дѣйствіямъ, такъ что они начнутъ скакать. Окружающая поверхность подвергнется метаніямъ или іоническимъ лучамъ, сходнымъ съ лучами пустыхъ трубокъ.

Таково толкованіе основного факта, впервые открытаго Густавомъ Лебономъ и который лежитъ въ основѣ новой главы физики. Этотъ физикъ допустилъ, что явленіе это принадлежитъ къ порядку естественныхъ явленій, имѣющихъ общій характеръ. Мысль эта, даже больше, чѣмъ опытъ Рентгена, побуждала меня внимательно изучать электрическія явленія.

Согласно мнѣнію профессора Browilawsky, всѣ тѣла, видимо, поглощаютъ часть энергіи волнъ, на нихъ направленныхъ, и хотя количество поглощенной энергіи сильно зависитъ отъ тѣла и отъ длины волны, на проводимость, тѣмъ не менѣе, поглощеніе это сильно дѣйствуетъ.

Измѣненіе проводимости находится въ прямомъ отношеніи къ энергіи, поглощенной тѣломъ.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ.

Опыты, дающіе возможность дѣлать радіоактивными нерадіоактивныя тѣла. Параллель между произвольной и непроизвольной радіоактивностью.

Возрѣніе на то, что радіоактивность обязана опредѣленнымъ химическимъ реакціямъ неопредѣленной природы, побудило меня искать средства дѣлать искусственнымъ путемъ радіоактивными нерадіоактивныя тѣла. Въ данномъ случаѣ можно быть увѣреннымъ, что присутствіе радія, урана или подобнаго имъ вещества не играетъ никакой роли въ этомъ явленіи.

Дальше мы увидимъ, что опредѣленные химическія реакціи, каковы, напримѣръ, гидрація опредѣленныхъ тѣлъ, способны вызвать эту радіоактивность. Мы теперь покажемъ,

что тѣла, приобретающія подѣ вліяніемъ свѣта очень незначительную радиоактивность, какъ, на примѣръ, ртуть, могутъ напротивъ, стать очень радиоактивными. Достаточно прибавить къ ртути олова въ количествѣ $\frac{1}{6000}$ ея вѣса, чтобы ртуть подѣ вліяніемъ обыкновеннаго свѣта стала радиоактивной. При такомъ количествѣ олова ртуть чувствительна къ ультра-фіолетовому свѣту только для $\lambda = 0,360 \mu$ до $\lambda = 0,296$. но если пропорція олова доходитъ до одного процента, ртуть диссоциируется подѣ вліяніемъ большинства лучей видимаго спектра.

Интересно было сравнить искусственную радиоактивность, сообщенную металлу, съ радиоактивностью произвольно радиоактивныхъ тѣлъ, какъ торій или уранъ.

Такъ какъ опытъ этотъ очень сложенъ, я его упрощаю такъ, чтобы его можно было воспроизвести.

Надо раньше опредѣлить степень диссоціаціи тѣла отъ свѣта, а потомъ сравнить ее съ радиоактивностью произвольно радиоактивныхъ тѣлъ. Мы увидимъ, что диссоціація, вызываемая свѣтомъ, далеко значительнѣе.

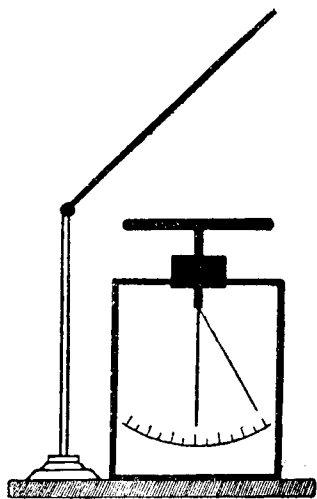
Берутъ квадратную оловянную пластинку со стороны въ 10 сант. и при толщинѣ въ 2 мм. Прикрѣпляютъ ее концы при помощи четырехъ бумажныхъ лентъ, приклеенныхъ къ бумажному экрану, и погружаютъ въ ртуть, гдѣ ее держатъ около 24 часовъ, при чемъ время отъ времени изслѣдуютъ слой окиси, образующійся на поверхности олова. Приготовленная такимъ путемъ пластинка сохраняетъ неопредѣленное время свою радиоактивность при условіи, если время отъ времени вытираютъ ее поверхность пальцемъ ¹⁾

Опытъ производится согласно 46 фигурѣ. Электроскопъ заряжается черезъ вліяніе эбонитовой палочкой. Его зарядъ, такимъ образомъ, положительный. При расположеніи оловянной пластинки такъ, что на нее падаютъ лучи солнца, обнаруживаютъ, что золотые листочки спадаютъ. При разсѣянномъ свѣтѣ разрядъ имѣетъ мѣсто, но онъ происходитъ очень медленно.

Отмѣчаютъ число градусовъ разряда въ опредѣленное время и вновь производятъ опытъ при помощи экрана, покрытаго солью урана, приготовленнаго слѣдующимъ образомъ: нитратъ урана смѣшанъ съ лакомъ для бронзирования и разливается по бумажному экрану, имѣющему такіе же

¹⁾ Со времени моихъ опытовъ указывали на мѣдныя и іодистыя пластинки, получающіяся при погруженіи мѣдной пластинки въ спиртовой растворъ іода, но я не имѣлъ случая въ этомъ убѣдиться.

размѣры, какъ пластинка предыдущаго опыта (10 с. на 10 с.).



Фиг. 46. Сравненіе диссоціаціи тѣлъ произвольно радиоактивныхъ съ диссоціаціей искусственно радиоактивныхъ металловъ. Пользуются послѣдовательно оловяннымъ зеркаломъ, какъ это указано въ текстѣ, и такихъ же размѣровъ экраномъ, наведеннымъ окисью торія или урана. Диссоціація атомовъ амальгамированнаго олова въ 40 разъ быстрее отмѣченныхъ радиоактивныхъ тѣлъ.

Располагають экранъ, какъ это указано на 46 фигурѣ, и, заряжая электроскопъ, какъ это раньше было сказано, убѣждаются, что разрядъ равняется 6^0 въ 60 сек.

Если дѣйствовать на солнцѣ при помощи амальгамированнаго олова, помѣщеннаго на такомъ же разстояніи отъ электроскопа, мы обнаружимъ, что разрядъ равняется 40 градусамъ въ 10 секундъ. Видно, такимъ образомъ, что искусственная радиоактивность, приобретаемая металломъ отъ свѣта, можетъ въ 40 разъ превзойти произвольную радиоактивность, которой обладаютъ, напримѣръ, соли урана. При помощи окиси торія получаютъ сходныя цифры: если согласиться съ Rutheford'омъ, что граммъ урана выдѣляетъ 70.000 частицъ въ секунду, то металлы въ 40 разъ активнѣе подѣ диссоціирующимъ дѣйствіемъ свѣта и при равной поверхности выдѣляютъ около 3 миллионовъ частицъ въ секунду.

ГЛАВА ПЯТАЯ.

Опыты надъ такъ называемой отрицательной потерей заряда тѣлъ, наэлектризованныхъ подѣ вліяніемъ свѣта.

Извѣстно со временъ опытовъ Герца, что проводникъ, наэлектризованный отрицательно, теряетъ свой зарядъ, если онъ подвергается дѣйствію ультра-фіолетовыхъ лучей отъ электрическихъ искръ. Въ новыхъ трудахъ по физикѣ приняты слѣдующія положенія:

1) Потеря заряда имѣетъ мѣсто только подѣ вліяніемъ ультра-фіолетоваго свѣта.

2) Потеря эта почти одинакова для всѣхъ металловъ.

3) Разрядъ совершается только тогда, когда тѣло заряжено отрицательно, а не положительно ¹⁾).

Elster, Geitel и Branly указали на два — три металла, разряжающихся на дневномъ свѣтѣ. Бранли отмѣтилъ также, что многія тѣла испытываютъ потерю положительнаго заряда, но явленія эти считались исключительными и не имѣющими общаго характера.

Вопросъ этотъ для меня далеко не былъ исчерпанъ, и я рѣшилъ его вновь изучить. Существуетъ хотя нѣкоторая разница между разрядомъ уже наэлектризованнаго тѣла и производствомъ потоковъ, выдѣляемыхъ ненаэлектризованнмъ тѣломъ и способныхъ дѣйствовать на наэлектризованное тѣло, но оба эти явленія зависятъ отъ одной и той же причины, а именно отъ диссоціаціи матеріи подъ вліяніемъ свѣта. До моихъ опытовъ никто не подозрѣвалъ этой причины.

Опыты, которые мы изложимъ, показываютъ: 1) что такъ называемая отрицательная потеря также положительна, хотя въ меньшей степени; 2) что разрядъ производится подъ вліяніемъ различныхъ частей спектра, при чемъ максимумъ разряда имѣетъ мѣсто въ ультра-фіолетовой части; 3) что разрядъ крайне различенъ для различныхъ тѣлъ, особенно для металловъ. Эти положенія, какъ видно, прямо противоположны общепринятымъ положеніямъ, которыя я выше отмѣтилъ.

Методъ наблюденія.

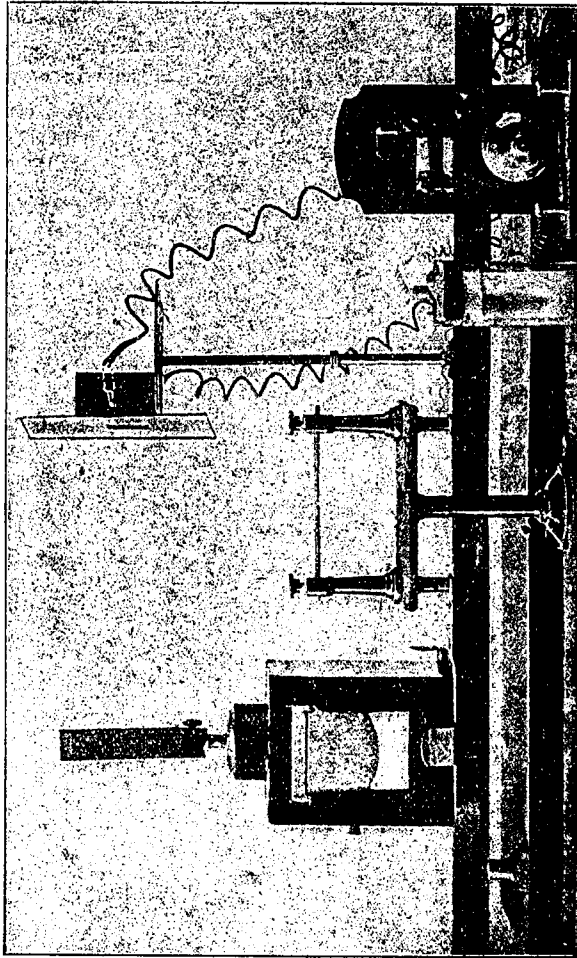
Методъ для изученія отрицательной потери подъ вліяніемъ солнечнаго свѣта очень простъ, ибо для этого остается только положить на чашку электроскопа тѣло, подлежащее изслѣдованію. Тѣло заряжается одновременно съ электроскопомъ. Зарядъ совершается черезъ вліяніе, стеклянной или эбонитовой палочкой, въ зависимости отъ того, хотятъ ли получить положительный или отрицательный зарядъ. Слѣдуетъ заботиться о томъ, чтобы листочки отклонялись на одинъ и тотъ же уголъ.

Если хотятъ изслѣдовать разрядъ, производимый ультра-фіолетовыми лучами, не содержащимися въ солнечномъ спектрѣ, то нужно пользоваться схемой, изображенной на 47 фигурѣ.

Изслѣдуемая тѣла помѣщаются въ щипцахъ, замѣняющихъ столбикъ электроскопа. Они заряжаются одновременно съ электроскопомъ. Свѣтъ даютъ алюминіевые электроды, соединенные съ арматурами конденсатора, питаемаго

¹⁾ „Ультра-фіолетовые лучи дѣйствуютъ только тогда, когда они встрѣчаютъ отрицательно заряженное тѣло“ Bonty, 2 приложение къ физикѣ Jamia'a, 1899, стр. 188.

индукционной катушкой, дающей искры приблизительно въ 0,2 метра. Электроды помещаютъ въ ящикъ, закрытый квар-



Фиг. 47. Аппаратъ для изслѣдованія потери разряда предварительно на-
электризованныхъ тѣлъ, подѣ влияніемъ ультра-фіолетоваго свѣта. Ка-
тушка, дающая искры, не изображена на чертежѣ. Направо видны
звонокъ и трубки съ опилками, служащіе для обнаруженія герцовскихъ
волнъ, способныхъ мѣшать опытамъ.

цевой пластинкой; послѣднюю покрываютъ металлической
жестью, которая вставлена въ металлическій листъ, соеди-
ненный съ землей, съ цѣлью избѣжанія вліянія искры.

Такъ какъ разстояніе наэлектризованнаго тѣла отъ источника свѣта играетъ преобладающую роль, по крайней мѣрѣ для сильно преломляемыхъ лучей, то полезно, какъ мы это сказали, придѣлать электроскопъ къ градуированной линейкѣ, при помощи которой можно измѣнять разстояніе тѣла отъ источника свѣта.

Когда желаютъ отдѣлить различные лучи спектра, дѣйствуютъ, какъ мы уже это сказали, при помощи различныхъ экрановъ, поставленныхъ между электроскопомъ и свѣтовымъ источникомъ. Прозрачность этихъ экрановъ опредѣляется спектроскопическими фотографіями.

Когда опыты производятся на солнцѣ, то слѣдуетъ очень часто очищать металлическія пластинки при помощи наждачной шерсти, по крайней мѣрѣ, каждыя 10 минутъ. Чѣмъ больше приближаются къ ультра-фіолетовой части, тѣмъ менѣе необходимымъ становится эта чистка. Ее приходится повторять не каждыя 10 минутъ., а разъ въ два или три дня. При дѣйствіи на солнцѣ такое рѣдкое очищеніе уменьшило бы разрядъ въ сто разъ. Для ультра-фіолетоваго свѣта электрическихъ искръ рѣдкая чистка уменьшаетъ разрядъ тоже на половину или на двѣ третьихъ.

Мнѣ однако удалось образовать сплавы, которые не нуждающіеся въ чисткѣ и сохраняющіе свои свойства въ теченіе 15 дней при одномъ только условіи: нужно время отъ времени касаться пальцемъ ихъ поверхности, дабы стереть пыль или образующійся легкій налетъ окиси. Лучшимъ сплавомъ являются амальгмированные оловянные пластинки, приготовленные по способу, описанному въ предыдущей главѣ.

Потеря на солнечномъ свѣтѣ заряда тѣлъ, наэлектризованныхъ отрицательно.

Слѣдующая таблица показываетъ на то, съ какой скоростью разряжается на свѣту металлическая пластинка со стороны въ 10 сантим., поставленная на чашку электроскопа. Скорость эта выводится по времени, необходимому для разряда въ 10°. За максимумъ скорости принимаемъ цифру 1000. мы тогда получаемъ слѣдующія цифры:

Скорость отрицательной
потери на
солнечномъ
свѣту.

Амальгмированное олово	1000
Амальгмированный цинкъ	980
Аллюминій, ранѣе вымытіі	800
Амальгмированное серебро	770

Магній, недавно промытый	600
Цинкъ, недавно промытый	240
Амальгамированный свинецъ . . .	240
Кадмій	14
Кобальтъ	12
Золото, эмаль, мѣдь, никкель, ртуть, серебро, сѣрнистыя соединенія, картонъ, мраморъ, дерево, пе- сокъ и т. п.	2 (максим.).

Всѣ эти тѣла разряжаются и тогда, когда они заряжены положительно, но на дневномъ свѣтѣ потеря всегда очень слаба, на одинъ градусъ въ одну или двѣ минуты. Потеря заряда значительно растеть, когда солнечный свѣтъ замѣняется свѣтомъ электрическихъ искръ, но максимумъ потери не вызывается лучами концовъ спектра, какъ это имѣеть мѣсто для отрицательной потери. Это доказывается слѣдующимъ простымъ опытомъ. Тонкая стеклянная пластинка въ 1,0 м. м., значительно замедляющая отрицательную потерю для многихъ тѣлъ, когда она поставлена передъ свѣтовымъ источникомъ, слабо вліяетъ на положительную потерю. Такимъ образомъ, лучи, вызывающіе потерю отрицательнаго заряда, разнятся отъ лучей, вызывающихъ потерю положительнаго заряда.

Сравненіе потери положительнаго и отрицательнаго заряда тѣлъ подѣ вліяніемъ ультра-фіолетовыхъ лучей.

Тѣла разрѣзаются на пластинки и располагаются, какъ выше было указано или, что то же самое, пластинки прикрѣпляются вертикально къ электроскопу при помощи винта (см. фиг. 47). Источникъ свѣта (электрическія искры) помѣщаются въ 20 сантиметрахъ отъ тѣла, на которое онъ долженъ дѣйствовать. Слѣдующая таблица даетъ для этого разстоянія интенсивность разряда тѣлъ, заряженныхъ положительно или отрицательно, и вызываемаго свѣтомъ электрическихъ искръ. Самая сильная потеря заряда соотвѣтствуетъ 6° въ секунду. Для положительнаго разряда этотъ максимумъ потери ниже, ибо онъ колеблется между 7° и 16° въ минуту. Обозначивъ черезъ 1000 максимумъ скорости разряда, я получилъ слѣдующія цифры, выведенные по времени, необходимому для разряда электроскопа:

1. Скорость отрицательной потери подѣ вліяніемъ ультра-фіолетоваго свѣта электрическихъ искръ:

Аллюминій	1000
Амальгамированное олово . . .	680
Цинкъ	610

Красная мѣдь	390
Кадмій	340
Кобальтъ	270
Олово	270
Никкель	240
Свинець	210
Серебро	200
Полированная сталь	80

2. Скорость положительной потери подѣ влияніемъ тѣхъ же лучей.

Разрядъ электроскопа колебался отъ 16° (цинкъ, никкель и серебро) до 7° въ минуту (сталь). Разрядъ, такимъ образомъ, достаточно значительный.

Предыдущія цифры даютъ потерю разряда, вызываемую всей совокупностью свѣтовыхъ лучей отъ электрическихъ искръ, снабжаемыхъ аллюминіевыми электродами.

Изъ предыдущаго мы можемъ вывести заключеніе, что всѣ наэлектризованныя тѣла, подвергнутыя дѣйствию ультра-фіолетоваго свѣта, испытываютъ отрицательную или положительную потерю, отличающуюся только по своей интенсивности. Потеря эта, вопреки господствующему мнѣнію, сильно измѣняется въ зависимости отъ тѣла.

Чувствительность различныхъ тѣлъ для различныхъ областей ультра-фіолетоваго свѣта. Удаленіе причинъ ошибокъ.

Скорость разряда различныхъ тѣлъ сильно измѣняется для различныхъ частей спектра. Это уже можно было бы предугадать по указаніямъ, даннымъ въ предыдущемъ параграфѣ. Нѣкоторыя тѣла—аллюминій, цинкъ и т. д. чувствительны въ области видимаго солнечнаго спектра. Другіе,—никкель, сталь, платина и т. д. чувствительны только въ крайней части ультра-фіолетовой области электрическаго спектра, вотъ почему простая стеклянная пластинка толщиной въ 0,1 м.м., помѣщенная передъ кварцемъ, закрывающимъ ящикъ, останавливаетъ всякій разрядъ со стороны послѣднихъ лучей, между тѣмъ, какъ она не останавливаетъ заряда, вызываемаго первыми лучами.

Выше приведенныя цифры показываютъ, что для хорошихъ проводниковъ или для металловъ отрицательная потеря преобладаетъ надъ положительной. Иначе обстоитъ дѣло для среднихъ проводниковъ: для дерева, картона, бумаги и т. д. Для этихъ послѣднихъ, какъ это уже отмѣтилъ Бранли, положительный разрядъ можетъ равняться или даже превзойти отрицательный разрядъ. Однако приходится въ данномъ случаѣ считатьъ съ двумя источниками ошибокъ, которыя, повидимому, ускользали отъ вниманія прежнихъ изслѣдователей.

Первая ошибка, выше уже отмѣченная, зависитъ отъ состоянія кварца. Если его не чистить каждыя 10 минутъ, онъ поглощаетъ крайнюю область ультра-фіолетовыхъ лучей. Такъ какъ поглощеніе это не препятствуетъ положительной потерѣ, вызываемой менѣе преломляемыми областями, то замедляется только отрицательный разрядъ. Онъ поэтому кажется равнымъ или даже ниже положительнаго разряда. Это имѣетъ мѣсто у сильно окисленнаго металла, покрытаго жирнымъ тѣломъ, которое сильно чувствительно только къ крайнимъ ультра-фіолетовымъ областямъ.

Вторая причина ошибокъ зависитъ отъ громаднаго вліянія разстоянія. Самые крайніе лучи спектра наиболѣе активны для отрицательнаго разряда, между тѣмъ какъ они слабо дѣйствуютъ на положительный разрядъ. Вслѣдствіе поглощенія воздухомъ, возрастающаго съ толщиной послѣдняго, ихъ дѣйствіе на отрицательный разрядъ ослабѣваетъ при увеличеніи разстоянія тѣла отъ свѣтового источника. Вотъ почему въ 25 сантиметрахъ отъ источника положительный разрядъ дерева въ два раза больше отрицательнаго разряда; на разстояніи 8 сантиметровъ имѣетъ мѣсто противоположное—отрицательная потеря въ 4 раза больше положительной. Видно, такимъ образомъ, какъ громадно значеніе разстоянія въ этихъ опытахъ. Слѣдуетъ еще прибавить, что на маломъ разстояніи начинаетъ проявляться диссоціація газовъ воздуха подъ вліяніемъ свѣта, о чемъ мы ниже поговоримъ.

Вотъ значенія положительныхъ и отрицательныхъ разрядовъ, на разстояніи 25 сантимет., которые дали нѣкоторые тѣла.

Я даю разрядъ въ градусахъ электроскопа, отнесенный къ минутамъ и привожу ихъ къ 1000, какъ я это сдѣлалъ въ предыдущихъ опытахъ.

Отрицательный разрядъ въ одну минуту.		Положительный разрядъ въ минуту.	
Различное дерево (ель, тикъ, чинара) . . .		6 ⁰	10 ⁰
Желтый картонъ . . .		10 ⁰	16 ⁰
Сажа		61 ⁰	7 ⁰

Мы видимъ, что для многихъ тѣлъ положительный разрядъ превышаетъ отрицательный. Лучи, производящіе отрицательный разрядъ этихъ тѣлъ, имѣютъ длину волны короче 0,252 μ . Достаточно уничтожить эти лучи спектра, чтобъ вмѣстѣ съ тѣмъ уничтожить отрицательный разрядъ.

Чувствительность черныхъ тѣлъ, особенно сажи, намазанной на картонную пластинку, очень значительна. Мы получили отрицательный разрядъ въ 61 градусъ въ минуту

на разстояніи 25 сантиметровъ отъ искръ, но въ 10 сантиметрахъ разрядъ доходитъ до 300° въ минуту (цифра эта близка къ чувствительности самыхъ чувствительныхъ металловъ). При такомъ измѣненіи разстоянія положительная потеря не превышаетъ 7°—12°.

Вліяніе природы электродовъ. Громадное значеніе имѣетъ, какъ мы уже это сказали, природа электродовъ, употребляющихся для производства искръ. Вліяніе это не одинаково для положительнаго и отрицательнаго разряда. Слѣдующія цифры даютъ потерю разряда въ минуту, вычисленную по числу секундъ, необходимыхъ для производства разряда въ 10°. Свѣтъ вызывается электродами изъ различныхъ металловъ. Этотъ свѣтъ дѣйствуетъ на наэлектризованную цинковую пластинку, соединенную съ электроскопомъ.

Отрицательный разрядъ въ
минуту.

Положительный раз-
рядъ въ минуту.

Алюминіевые электроды . .	246°	18°
Стальные " . .	140°	10°
Золотые " . .	112°	4°
Мѣдные " . .	110°	3°
Серебряные " . .	108°	6°

Въ зависимости отъ электродовъ отрицательный разрядъ мѣняется въ отношеніи 1 къ 2, а положительный—въ отношеніи 1 къ 3. Я уже показалъ, что явленіе это не зависитъ отъ длины спектра металловъ, ибо спектръ золота идетъ столь же далеко, какъ и спектръ алюминія.

Если сравнить различныя таблицы, нами здѣсь приведенныя, то можно видѣть, что потеря, вызываемая солнечнымъ свѣтомъ, сильно отличается отъ потери, производимой электрическими искрами. Это зависитъ исключительно отъ того, что спектръ свѣта отъ электрическихъ искръ идетъ дальше въ ультра-фіолетовой области, чѣмъ солнечный спектръ.

Легко сообщить электрическому спектру свойства, тождественныя со свойствами солнечнаго спектра. Для этого остается только упразднить въ первомъ спектрѣ лучи, отсутствующие въ послѣднемъ. Съ этой цѣлью замѣщаютъ кварцъ, помѣщенный передъ искрами, тонкой стеклянной пластинкой толщиной въ 0,8 мм., которая уничтожаетъ всѣ лучи, отсутствующие въ солнечномъ спектрѣ, или лучи, превосходящіе 0,295 μ . Мы тогда убѣждаемся, что металлы, напримѣръ, мѣдь, которые вызвали быстрый разрядъ на электрическомъ свѣтѣ и почти никакой на солнечномъ, становятся нечувствительными къ электрическому свѣту, между тѣмъ металлы, какъ алюминій, производившіе разрядъ на солнцѣ, его производятъ и на электрическомъ свѣтѣ.

Различные факторы способны изменять электрический разрядъ, вызываемый свѣтомъ.

Многія причины, кромѣ уже упомянутыхъ, изменяютъ потерю заряда отъ дѣйствія солнечнаго свѣта. Такъ какъ для изученія этихъ измѣненій необходимо очень чувствительное тѣло; я пользовался амальгмированными оловянными пластинками, какъ я уже это сказалъ. Пластинки эти крайне активны, но максимума своей чувствительности онѣ достигаютъ только послѣ экспозиціи на свѣтѣ въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ. Явленіе это противоположно тому, что имѣетъ мѣсто для различныхъ металловъ, особенно у алюминія и цинка.

Ртуть, содержащая слабое количество олова, была бы самымъ чувствительнымъ тѣломъ, еслибъ только удобно было съ нею обращаться. Если олово примѣшано въ количествѣ $\frac{1}{6000}$ вѣса ртути, ртуть чувствительна только къ областямъ, впереди ультра-фіолетовой области, т. е. начиная съ полосы М. При увеличеніи количества олова до $\frac{1}{100}$ ртуть чувствительна для болѣе широкой части спектра.

Постоянные опыты въ теченіе многихъ мѣсяцевъ надъ амальгмированными оловянными пластинками показали, что чувствительность металловъ къ свѣту, т. е. время, въ теченіе котораго они теряютъ приобретенный зарядъ, зависитъ не только отъ часа дня, но еще отъ времени года. Первые данныя мной нѣсколько лѣтъ тому назадъ цифры были очень низкими, ибо я производилъ опыты зимой, въ очень холодное время.

Разрядъ зимою всегда медленнѣе, чѣмъ лѣтомъ, но въ одинъ и тотъ же день онъ мѣняется въ отношеніи 1 къ 4. Онъ быстро уменьшается по мѣрѣ движенія впередъ часовъ, напримѣръ, 9 августа 1901 разрядъ, къ $4\frac{1}{2}$ часамъ равнявшійся 50° въ минуту, спустился къ 5 ч. 50 м. до 16° въ минуту. 24 августа 1901 разрядъ въ 80° въ минуту въ 3 ч. 25 м. спустился на 40° въ минуту къ 4 ч. 30 м. Я каждадневно слѣдилъ за измѣненіями потери электрическаго заряда и составлялъ таблицу этихъ измѣненій. Безполезно опубликовывать эту таблицу, ибо разницы не слѣдуютъ за часомъ, но онѣ особенно зависятъ отъ измѣненій ультра-фіолетовой части, которая иногда частью исчезаетъ (начиная съ М и даже L) подъ вліяніемъ неизвѣстныхъ причинъ, какъ я уже это отмѣтилъ.

Облака чувствительно не уменьшаютъ разряда, который остается почти такимъ же, какъ въ тѣни. Ихъ присутствіе также не уменьшаетъ ультра-фіолетовой части, ибо мнѣ удалось сфотографировать ее при очень толстыхъ облакахъ.

Диссоціація атомовъ газа въ крайней области ультра-фіолетовой части.

Мы только что видѣли, что всѣ тѣла, простыя или сложныя, проводники или изоляторы, подвергаются подѣйствию свѣта диссоціаціи. Но среди тѣлъ, выше изслѣдованныхъ, не фигурируютъ газообразныя тѣла. Можемъ ли мы предполагать, что тѣла эти ускользаютъ отъ общаго закона?

Исключеніе это было бы невѣроятнымъ. Однако до послѣднихъ изслѣдованій Lenard'a не наблюдалась диссоціація газообразныхъ тѣлъ отъ дѣйствія свѣта. Можно было бы, безъ сомнѣнія, допустить, что разрядъ наэлектризованныхъ тѣлъ, на которыя дѣйствуетъ свѣтъ, обязанъ дѣйствию свѣтовыхъ лучей на воздухъ, но гипотезу эту опровергаютъ слѣдующія два факта: 1) разрядъ зависитъ отъ металла, что не имѣло бы мѣста, если бы дѣйствовалъ воздухъ, а не металлъ; 2) разрядъ совершается еще быстрѣе въ пустотѣ, чѣмъ въ воздухѣ.

Легко понять это видимое безразличіе газообразныхъ тѣлъ, особенно воздуха, къ дѣйствию падающаго на нихъ свѣта. Имѣются металлы, способные диссоциироваться только въ области, лежащей впереди ультрафіолетовой части. Если газообразныя тѣла диссоциируются только въ области, лежащей дальше ультрафіолетовой части, то въ такихъ случаяхъ бываетъ иногда трудно наблюдать ихъ диссоціацію, ибо воздухъ, даже при слабой толщинѣ, столь же непрозраченъ для лучей крайней ультрафіолетовой части, какъ и свинецъ.

Но іонизація газовъ, или ихъ диссоціація, какъ это указалъ Lenard, имѣетъ мѣсто только въ крайней ультрафіолетовой части ¹⁾. Онъ убѣдился, что достаточно приблизить испытуемыя тѣла на нѣсколько сантиметровъ отъ свѣтового источника, т. е. отъ электрическихъ искръ, чтобы разрядъ оставался однимъ и тѣмъ же для всѣхъ тѣлъ ²⁾, а это доказываетъ, что дѣйствуетъ тогда воздухъ, который становится проводникомъ. Участвуетъ только свѣтъ, а не нѣчто другое, ибо вставленіе толстаго стекла останавливаетъ всякое дѣйствіе.

При помощи особеннаго диспозитива Lenard измѣрялъ длину волны лучей, вызывающихъ іонизацію воздуха. Длина эта начинается около $\lambda = 0,180\mu$, т. е. какъ разъ на границахъ когда-то извѣстнаго электрическаго спектра ($0,185\mu$) и

¹⁾ Ueber Wirkungen der ultra-violeten Lichters auf gasförmige Körper.

²⁾ Въ одной изъ первыхъ своихъ статей Lenard увѣрялъ, что знакъ заряда безразличенъ, и онъ считаетъ этотъ фактъ новымъ. „Das aber a positive Ladungen in Licht fast ebenso schnell von der Platte verschwinden, stimmt nicht mit Bekanntem überein.“ Ueber Wirkungen der ultra-violetten Lichtes“ in Ann der Physik, 1900, p. 499.

идетъ до $\lambda = 0,140\mu$ ¹⁾. Открытіе этихъ короткихъ лучей, какъ извѣстно, принадлежитъ Шуману. Онъ образовалъ пустоту въ спектрографѣ и показалъ, что ультра-фіолетовый спектръ, который, согласно Корни и Маскару, считался ограниченнымъ $0,185\mu$, на дѣлѣ идетъ гораздо дальше. Ему удалось сфотографировать полосы, идущія до $0,100\mu$. Вѣроятно, поглощеніе со стороны желатина пластинокъ, а также вещества призъмъ мѣшаетъ идти дальше.

По мѣрѣ удаленія въ ультра-фіолетовую часть тѣла, особенно воздухъ, становится все болѣе и болѣе непрозрачными для лучей. Удивительно, такимъ образомъ, что Х-лучи, проникающіе черезъ тѣла, считались нѣкоторыми физиками ультрафіолетовыми лучами.

Большинство тѣлъ, въ томъ числѣ воздухъ, толщиной въ 2 сантиметра и вода при толщинѣ въ одинъ миллиметръ непрозрачны для лучей съ очень короткой длиной волны. Очень мало прозрачныхъ тѣлъ, исключая плавиковый шпатъ, гипсъ, каменная соль. Чистый водородъ тоже прозраченъ.

Сильно преломляемые лучи свѣта, такимъ образомъ, диссоціируютъ не только твердыя тѣла, но еще частицы воздуха, черезъ которыя они проходятъ, между тѣмъ менѣе преломляемые лучи диссоціируютъ только поверхность твердыхъ тѣлъ. Это два очень различныхъ дѣйствія, которыя могутъ складываться, но которыхъ не слѣдуетъ смѣшивать, ибо когда воздухъ разлагается, природа металла и состояніе его поверхности не имѣютъ большого значенія, между тѣмъ потеря разряда сильно мѣняется съ металломъ, если послѣдній диссоціируется. Если сталь на нѣкоторомъ разстояніи отъ источника свѣта, то избѣгаютъ вліянія ультра-фіолетовыхъ лучей, ибо слой воздуха толщиной въ 2 сантиметра достаточно, чтобъ задержать эти лучи. Если искры отъ электродовъ на-

¹⁾ Образованіе этихъ сильно преломляемыхъ лучей какъ будто не зависитъ отъ напряженія тока, производящаго искры. Lenard въ своей краткой замѣткѣ не даетъ никакихъ подробностей по этому поводу. Онъ только ограничивается указаніемъ на то, что онъ зарядилъ Лейденскія банки посредствомъ очень толстой катушки, снабженной выключателемъ Wehnelet'a. На вліяніе бобины указываетъ тотъ фактъ, что онъ упятерилъ эффектъ черезъ измѣненіе индуктора. Но Lenard даетъ только слѣдующіе результаты: „Hierin konnte zunächst Vorteil erzielt werden durch Anbrügung einer zweckmässigeren Primärwicklung im Inductorium, es vervielfachte dies bisher in Luft erreichte Entfernung (стр. 419).

Напряжение искръ не единственный факторъ, къ которому приходится прибѣгать. Я его значительно повысилъ при помощи диспозитива Tesla. Преимущество сказывалось только въ томъ, что это слегка увеличило положительный разрядъ и немного уменьшило отрицательный разрядъ. Противорѣчивые результаты, которые Lenard даетъ въ своихъ двухъ статьяхъ по поводу знака разряда и въ которыхъ я самъ убѣдился, повидимому, указываютъ на то, что неизвѣстныя намъ силы иногда складываются съ извѣстными силами.

ходятся въ нѣсколькихъ сантиметрахъ отъ кварцевой пластинки, покрывающей ящикъ, то не имѣютъ мѣста явленія, обаянные разложенію воздуха.

Если сопоставить нѣкоторые изложенные здѣсь опыты, то легко замѣтить, что тѣла, наиболѣе поглощающія свѣтъ, сильнѣе диссоціируются. Воздухъ, напримѣръ, который поглощаетъ лучи ниже $0,185\mu$, разлагается этими лучами. Сажа, которая совершенно поглощаетъ свѣтъ, энергично имъ диссоціируется и даетъ обильное выдѣленіе частицъ. Объясненіе это, повидимому, не согласуется съ фактомъ, что металлы съ зеркальнымъ блескомъ тоже являются источникомъ обильнаго выдѣленія частицъ. Возраженіе разсѣивается, если принять во вниманіе, что полированные металлы, хорошо отражающіе видимый свѣтъ, очень плохо отражаютъ невидимый свѣтъ крайней ультрафіолетовой части спектра и поглощаютъ ихъ въ большомъ количествѣ. Но эти поглощенные невидимые лучи и производятъ диссоціацію.

Чтобъ дать ясное представленіе о свойствахъ различныхъ частей ультра-фіолетоваго спектра, я ихъ порезюмирую въ таблицѣ. Таблица эта показываетъ, что способность свѣта диссоциировать тѣла возрастаетъ по мѣрѣ удаленія въ ультра-фіолетовую часть.

Способность различныхъ частей ультра-фіолетоваго спектра диссоциировать матерію.

Отъ $0,400\mu$ до $0,344\mu$	Лучи эти проходятъ черезъ обыкновенное стекло. Они способны диссоциировать только малое число металловъ и только тогда, если они раньше были прочищены.
---------------------------------	---

Отъ $0,344\mu$ до $0,295\mu$	Ультра-фіолетовые лучи этой области проникаютъ черезъ стекло только тогда, когда толщина его не превосходитъ $0,8\text{ м.м.}$ Начиная съ $\lambda = 0,295\mu$, свѣтъ этотъ совершенно поглощается атмосферой, онъ поэтому не фигурируетъ въ солнечномъ спектрѣ. Хотя эта область болѣе активна, чѣмъ предыдущая, она тѣмъ не менѣе обладаетъ еще слабымъ диссоциирующимъ дѣйствіемъ для многихъ тѣлъ.
---------------------------------	---

Отъ $0,295\mu$ до $0,252\mu$	Ультра-фіолетовая часть этой области не встрѣчается въ солнечномъ спектрѣ, а только въ электрическомъ спектрѣ. Лучи эти проникаютъ стеклянныя пластинки не толще $0,1\text{ м.м.}$
---------------------------------	--

Ихъ диссоциирующее дѣйствіе интенсивнѣе и болѣе общее, чѣмъ диссоциирующее дѣйствіе предыдущей спектральной области, но менѣе слѣдующей за ней области.

Они диссоциируютъ всѣ твердыя тѣла, но не дѣйствуютъ на газообразныя тѣла.

Отъ 0,252 μ
до 0,100 μ

Лучи этой ультра-фіолетовой части столь мало проникаемы, что воздухъ для лучей отъ $\lambda = 0,185 \mu$ столь же непрозраченъ, какъ металлъ толщиной въ два сантиметра. Металлическая пластинка толщиной въ $\frac{1}{10}$ м.м. совершенно останавливаетъ эти лучи.

Диссоциирующая сила этой области больше диссоциирующей силы другихъ частей спектра. Начиная съ $\lambda = 0,185$, она диссоциируетъ не только всѣ твердыя тѣла, металлъ, дерево и т. д., но еще газы воздуха, на которые предыдущая область спектра не дѣйствуетъ.

Итакъ, по мѣрѣ удаленія въ ультра-фіолетовую часть или по мѣрѣ уменьшенія длины волны, лучи эти становятся менѣе проникающими; но ихъ диссоциирующее дѣйствіе на матерію все возрастаетъ. Въ концѣ спектра всѣ тѣла диссоциируются, въ томъ числѣ и газообразныя тѣла, на которыя другіе лучи не дѣйствуютъ. *Диссоциирующее дѣйствіе различныхъ световыхъ лучей, такимъ образомъ, обратно пропорціонально ихъ силѣ проникновенія и прямо пропорціонально ихъ поглощенію.*

Только что формулированный законъ, установленный моими изслѣдованіями, никѣмъ не подозрѣвался. Всѣ предыдущіе изслѣдователи какъ будто доказали, что лучи крайней ультра-фіолетовой части спектра обладаютъ столь слабой энергіей, что она не обнаруживается самыми чувствительными термометрами. Однако, эти лучи быстрѣе всѣхъ диссоциируютъ самыя твердыя тѣла, напримѣръ, сталь.

ГЛАВА ШЕСТАЯ.

Опыты надъ дематеріализаціею матеріи при горѣніи.

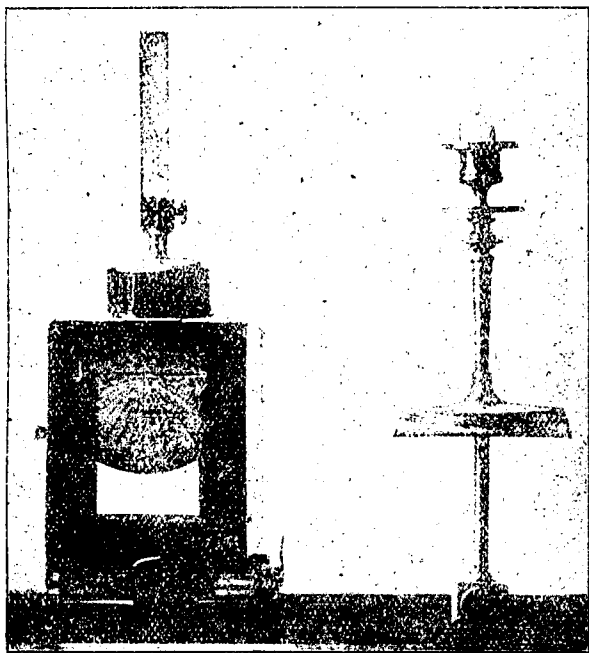
Общее дѣйствіе газовъ пламени на наэлектризованныя тѣла.—Если слабыя химическія реакціи, напримѣръ, простая гидрація, способна, какъ мы это скоро увидимъ, вызывать диссоціацію матеріи, то понятно, что явленія горѣнія, образующія интенсивныя химическія реакціи, должны давать максимумъ диссоціаціи. Это на самомъ дѣлѣ и наблюдаютъ у газовъ пламени, что и привело къ допущенію, что раскаленные тѣла лучеиспускаютъ въ воздухъ лучи породы катодныхъ лучей.

Уже почти столѣтіе, какъ извѣстно, что газы разряжаютъ наэлектризованныя тѣла, но никто не заботился искать причинъ этого явленія, представляющаго громадное значеніе.

Первые точныя изслѣдованія въ этой области принадлежатъ Вранлю. Послѣдній показалъ, что активными частями пламени являются выделяемые имъ газы.

Онъ также изучилъ дѣйствіе температуры на знакъ разряда. Источникомъ свѣта служила ему платиновая проволока, доведенная до большей или меньшей красноты проходящимъ черезъ нее электрическимъ токомъ. Вранлю замѣтилъ, что при тусклой краснотѣ отрицательный разрядъ многимъ превосходитъ положительный разрядъ, межъ тѣмъ при густомъ красномъ свѣтѣ оба разряда уравниваются, что, повидимому, доказываетъ, что при различныхъ температурахъ образуются іоны, заряженные разноименнымъ электричествомъ.

Фиг. 48 и 49 указываютъ на средства легкаго обнаруженія во время горѣнія выделения частицъ, дѣлающихъ воздухъ проводникомъ электричества. Дѣйствіе очень интенсивно. Пламя, помѣщенное въ 10 сантиметрахъ отъ электроскопа (фиг. 48), даетъ очень быстрый разрядъ (60° въ 30").



Фиг. 48. Аппаратъ, доказывающій потерю электричества подъ вліяніемъ пламени, въ зависимости отъ разстоянія и отъ природы тѣлъ, на которыя пламя дѣйствуетъ. Заряженная пластинка надъ электроскопомъ притягиваетъ іоны, заряженные противоположнымъ электричествомъ, которые ее и разряжаютъ.

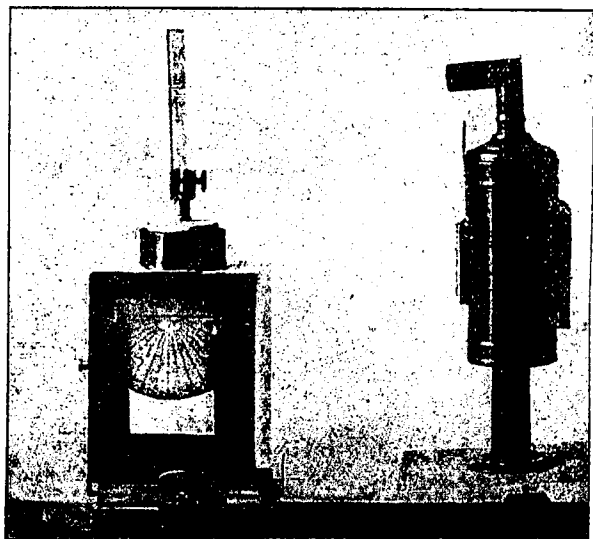
Простая свѣча, заключенная въ закрытомъ фонарѣ, снабженномъ согнутой трубкой и помѣщенномъ въ 13 сантиметрахъ отъ электроскопа, (фиг. 49) даетъ разрядъ въ 18° въ $60''$. На разстояніи 20 сантиметровъ разрядъ не превосходитъ 4° . Крайнее разсѣиваніе въ воздухѣ іоновъ обуславливаетъ это явленіе.

Газы пламени по проходятъ черезъ охлажденную эмбелеобразную трубку, согласно схемѣ, изображенной въ другой главѣ (фиг. 53), производятъ, хотя въ слабой степени, разрядъ электроскопа.

Я уже напомнилъ, что недавніе опыты Томсона показали, что раскаленное тѣло—безконечный и обильный источникъ электроновъ, т.-е. частицъ, тождественныхъ съ частицами радиоактивныхъ тѣлъ. Опыты эти основаны на тождествѣ отношенія заряда къ массѣ. Явленія горѣнія, такимъ образомъ, образуютъ одну изъ самыхъ энергичныхъ причинъ диссоціаціи матеріи. Они производятъ столь громадное количество потоковъ диссоциированной матеріи, что можно надѣяться, что найдутъ средство ихъ использовать. Теперь же потоки эти разсѣиваются въ атмосферѣ, гдѣ они играютъ неизвѣстную намъ роль.

Свойства частицъ диссоциированной матеріи, содержащихся въ пламени.

При моихъ опытахъ я обнаружилъ два любопытныхъ

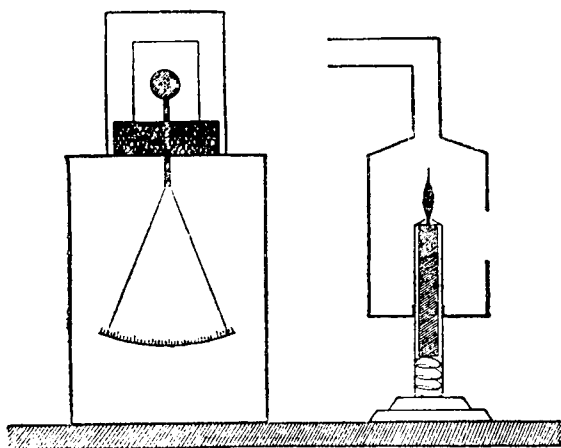


Фиг. 49. Аппаратъ, дѣлающій видимой потерю электричества подвліяніемъ частицъ диссоциированной матеріи, содержащихся въ газѣхъ пламени.

и еще не отмѣченныхъ факта. Первый фактъ—это свойство элементовъ диссоціированнаго газа проникать, по крайней мѣрѣ на видѣ, металлическія среды, а второй—это то, что многіе металлы теряютъ свою способность подвергаться вліянію газовъ пламени.

Электроскопъ заряжаютъ, какъ это было указано въ одномъ изъ предыдущихъ параграфовъ, а лампа, предназначенная для производства диссоціированныхъ газовъ, расположена, какъ это указано на 50 фиг. Обнаруживаютъ тогда быстрый разрядъ въ началѣ опыта. Разрядъ этотъ скоро замедляется и останавливается. Металлу нельзя вернуть его чувствительность черезъ чистку, а только черезъ продолжительный покой, — по крайней мѣрѣ, въ теченіе 24 часовъ.

Слѣдующія цифры даютъ представленіе объ этихъ измѣненіяхъ.



Фиг. 50.

Аппаратъ, показывающій дѣйствіе диссоціированной матеріи, содержащейся въ газѣхъ пламени, на наэлектризованное тѣло, окруженное металлическимъ ящикомъ. Явленія происходятъ такъ, какъ будто металлическій ящикъ быстро проникаетъ диссоціированная матерія. Когда хотятъ цѣликомъ избавиться отъ дѣйствія теплоты, заставляютъ газъ пройти черезъ змѣвикъ длиной въ два метра, погруженный въ резервуаръ, наполненный водою (фиг. 53). Частицы дѣйствуютъ на электроскопъ только послѣ полного охлажденія и производятъ еще слабый разрядъ.

Свѣтовой источникъ находится на достаточномъ разстояніи, для того чтобы разрядъ былъ медленный, что даетъ возможность отдать себѣ отчетъ въ обнаруживаемыхъ разницахъ.

Разрядъ въ теченіе первыхъ трехъ минутъ . . .	9°
" " " слѣдующ. " " " . . .	4°
" " " " " " " . . .	2°

При изслѣдованіи этого явленія мы увидимъ, что оно обязано радиоактивной эманациі, похожей на эманацию радія, быстро истощающейся и медленно возобновляющейся.

Повидимому, часть разряда вызывается прозрачностью металла, образующаго ящикъ Фарадея, ибо разрядъ имѣетъ мѣсто, хотя въ слабой степени, съ совершенно охлажденными газами, такъ что дѣйствіе теплоты совершенно исключается.

Когда дѣйствуютъ согласно указаніямъ фигуры 50, то достаточно помѣстить конецъ изогнутой трубки лампы въ 2 или 3 сантиметра отъ цилиндра, образующаго ящикъ Фарадея. Мы имѣемъ тогда разрядъ въ 7° — 10° въ минуту. Опытъ можно нѣсколько разъ возобновить, но разрядъ потомъ цѣликомъ останавливается. Безполезно прочистить цилиндръ, а слѣдуетъ его оставить въ покоѣ въ теченіе нѣсколькихъ дней. Измѣненіе имѣетъ мѣсто по всей поверхности цилиндра, а не только по части, подвергнутой дѣйствію газовъ пламени. Оно, повторяю, обязано выдѣленію радиоактивнаго вещества, похожаго на эманацию радиоактивныхъ тѣлъ.

Когда дѣйствуютъ посредствомъ газовъ, охлажденныхъ прохождениемъ черезъ змѣевикъ, какъ это указано на фиг. 53, разрядъ не превышаетъ 2° въ минуту. Онъ, повидимому, обязанъ исключительно прозрачности металла для частицъ диссоціированной матеріи.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ.

Опыты надъ дематеріализаціею матеріи отъ химическихъ реакцій.

Мы открыли большое число химическихъ реакцій, вызывающихъ диссоціацію матеріи. Ихъ обнаруживаютъ явленія, доказывающія наличность этой диссоціаціи, особенно фактъ превращенія воздуха въ проводникъ электричества, а иногда производство фосфоресценціи.

Чтобы обнаружить эту диссоціацію, проще вмѣсто того,

чтобы дѣйствовать по методу фиг. 36, помѣстить излѣдваемое тѣло на чашку электроскопа, который тотчасъ заряжаютъ. (фиг. 51). Для болѣе точныхъ опытовъ слѣдуетъ помѣстить тѣло, становящееся отъ соединенія радиоактивнымъ, въ закрытомъ сосудѣ, соединеннымъ съ электроскопомъ.

Вотъ нѣсколько примѣровъ реакцій, сопровождающихъ диссоціацію материнъ.

Среди различныхъ реакцій, которыя, какъ я это отмѣчалъ, сопровождаются радиоактивностью, находится гидрація сульфата хинина. Тѣло это, какъ это давно извѣстно, фосфоресцируетъ отъ теплоты. Но было совершенно неизвѣстно, что оно, потерявъ отъ достаточнаго нагрѣванія свою фосфоресценцію, отъ охлажденія снова фосфоресцируетъ и становится радиоактивнымъ. Я искалъ причины этихъ явленій и убѣдился, что они обязаны легкой гидраціи. Радиоактивность появляется только въ началѣ гидраціи и длится всего нѣсколько минутъ. Фосфоресценція, напротивъ, продолжается около четверти часа.

Свойство сульфата хинина стать фосфоресцирующимъ отъ охлажденія совершенно противоположно тому, что имѣетъ мѣсто у различныхъ фосфоресцирующихъ тѣлъ, которыя послѣ охлажденія никогда не даютъ фосфоресценціи.

Чтобы осуществить опыты надъ фосфоресценціей и радиоактивностью, вызываемыми у сульфата хинина черезъ охлажденіе, его нагрѣваютъ до 125° на металлической пластинкѣ до полного исчезновенія его фосфоресценціи.

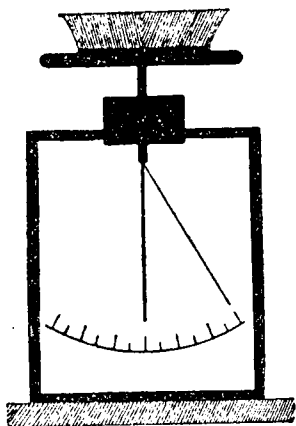
Снятый съ пластинки, сульфатъ хинина при охлажденіи становится фосфоресцирующимъ. Если его тотчасъ поставить на чашку электроскопа, онъ даетъ въ теченіе трехъ или четырехъ минутъ обильные потоки лучей, которые вызываютъ сближеніе листочковъ (12° въ первую минуту и 4° во вторую). Въ нашихъ опытахъ мы пользовались приблизительно двумя граммами сульфата хинина. Фосфоресценція прекращается до исчезновенія разряда. Оба явленія, такимъ образомъ, независимы.

Согласно измѣреніямъ г. Duboin'a, профессора химіи Гренобльскаго университета, достаточно поглощенія меньше одного миллиграмма паровъ воды, чтобы сдѣлать сульфатъ фосфоресцирующимъ и радиоактивнымъ.

Предыдущій опытъ можетъ неопредѣленно повторяться. Когда сульфатъ хинина гидрованъ, то его стоитъ только вновь нагрѣть. Онъ становится фосфоресцирующимъ отъ теплоты, потухаетъ, снова свѣтится отъ охлажденія при гидраціи и становится радиоактивнымъ.

Такъ какъ гидрація и дегидрація суть причины фосфоресценціи сульфата хинина, то послѣднія можно получить

и въ томъ случаѣ, если гидрація и дегидрація вызывается не теплотой, а другими средствами. Введемъ во флаконъ съ широкимъ отверстіемъ сульфатъ хинина съ нѣкоторымъ количествомъ безводной фосфорной кислоты и закроемъ флаконъ. Фосфорная кислота тотчасъ лишаетъ сульфатъ хинина его воды. Достаточно теперь открыть флаконъ и дунуть во внутрь флакона, чтобы вызвать живую фосфоресценцію сульфата хинина. Если потомъ покрываютъ флаконъ, хининъ снова дегидрируется, и опыты эти можно повторять сколько угодно. Сульфатъ цинхина даетъ тѣ же результаты, какъ и сульфатъ хинина, но явленія, особенно фосфоресценція, менѣе интенсивны.



Фиг. 51. *Изслѣдованіе диссоціаціи матерій отъ химическихъ реакцій.* Тѣла, способныя своими реакціями вызвать диссоціацію матерій, вводятся въ пріемникъ, помѣщенный на чашку электроскопа, который тотчасъ заряжается, и разрядъ котораго отмѣчаютъ. Методъ этотъ очень простъ и даетъ хорошіе результаты, если только не приходится дѣлать измѣреніе.

Диссоціація матерій во время образованія различныхъ газовъ.

Среди очень многочисленныхъ реакцій, вызывающихъ диссоціацію матерій, я перечислю слѣдующія:

Образованіе кислорода путемъ разложенія перекиси водорода посредствомъ перекиси марганца. Продукты кладутъ въ металлическую коробочку на чашкѣ, которую потомъ заряжаютъ (фиг. 51). Реакція длится меньше минуты. Потеря заряда приблизительнона 9° .

Образованіе водорода разложеніемъ воды посредствомъ амальгамы натрія. Дѣйствуютъ, какъ раньше. Потеря въ минуту— 9° . Разрядъ одинаковый, независимо отъ знака заряда электроскопа. Разлагая воду посредствомъ сѣрнистой кислоты и цинка, мы получимъ тѣ же результаты.

Образованіе ацетилена дѣйствіемъ воды на карбидъ кальція. Дѣйствуютъ, какъ раньше. Потеря— 11° въ минуту.

Образованіе озона. Воздухъ, насыщенный озономъ посредствомъ большой катушки и озонатора, направляется при помощи воздуходувной машины на чашку электроскопа. Потеря очень слабая, едва 1° въ минуту, если инструментъ заряженъ отрицательно, и 4° , если онъ заряженъ положительно.

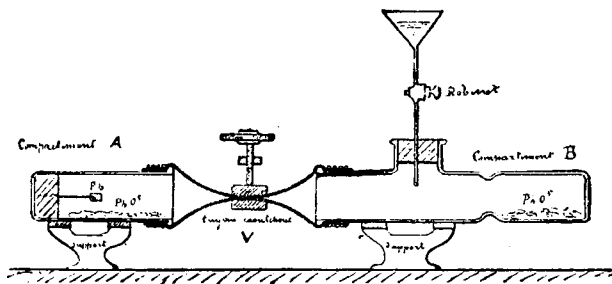
Было бы скучно повторять эти опыты. Диссоціацію мы наблюдаемъ во многихъ реакціяхъ и особенно при гидраціяхъ. Самыя сильныя окисленія (напримѣръ, окисленіе натрія на влажномъ воздухѣ) въ общемъ мало или совсѣмъ не дѣйствуютъ.

Чтобы покончить съ этимъ вопросомъ, я еще укажу на диссоціацію матеріи во время окисленія фосфора.

Диссоціація матеріи во время окисленія фосфора.

Фосфоръ—одно изъ тѣлъ, радиоактивность которыхъ самая интенсивная. Чтобы въ этомъ убѣдиться, достаточно натирать фосфоръ влажной кожей, которую тотчасъ помѣщаютъ въ чашку электроскопа: разрядъ достигаетъ 80° въ минуту, независимо отъ знака заряда. Пользовались при опытѣ $\frac{1}{100}$ грамм. фосфора. Когда кожа суха, разрядъ почти цѣликомъ останавливается. Красный фосфоръ и сѣрный фосфоръ не дѣйствуютъ.

Фосфоресценція фосфора зависитъ отъ еще мало



Фиг. 52. *Аппаратъ Густава Лебона и Мартена, служащій для изслѣдованія роли паровъ воды въ фосфоресценціи фосфора.* Оба отдѣленія А и В снабжены ангидридомъ фосфорной кислоты. Въ А вводятъ фосфоръ, потомъ отдѣляютъ А отъ В закрѣпленіемъ винта V. Фосфоръ поглощаетъ кислородъ изъ А, свѣтится, а потомъ тухнетъ. Развинчиваютъ потомъ винтъ V. Сухой воздухъ изъ В входитъ въ А. Наблюдается тогда только легкая фосфоресценція на поверхности куска фосфора. Если впустить при помощи воронки каплю воды въ В, то слабое количество выделяемыхъ ею паровъ воды достаточно, чтобы сдѣлать фосфоръ болѣе свѣтлымъ и вокругъ него образуется свѣтовое облачко. Пары воды, такимъ образомъ, играютъ явную роль въ фосфоресценціи.

извѣстныхъ причинъ. Причины эти, повидимому, зависятъ не только отъ окисленія или гидраціи. Если тщательно просушить фосфоръ при помощи аппарата, изображеннаго на 52 фиг., фосфоресценція становится очень слабой, хотя при наличности слѣда паровъ воды она очень живая.

Многочисленныя статьи, писанныя по этому поводу, еще не разрѣшили вопроса о причинахъ фосфоресценціи фосфора. Многіе авторы увѣряютъ, что она наблюдается въ

чистой струёй водорода, защищенной отъ какихъ бы то ни было слѣдовъ кислорода, но въ нашихъ опытахъ мы этого никогда не наблюдали. Присутствіе воздуха всегда оказывалось необходимымъ.

Излишекъ или недостатокъ кислорода, какъ извѣстно, мѣшаетъ фосфоресценціи. Фосфоресценція навѣрно результатъ химическаго явленія. Согласно Bîsch'у, струя воздуха, пущенная на фосфорный ингидридъ, разряжаетъ больше электроскопъ, чѣмъ фосфоръ. По его мнѣнію, іонизація фосфора—слѣдствіе окисленія фосфорнаго ингидрида, выдѣляемаго фосфоромъ.

Опыты, выполненные при содѣйствіи г. Martin'a, ниже-нера большой фосфорной фабрики въ Ліонѣ, дали намъ слѣдующіе результаты:

1°. Въ барометрической пустотѣ фосфоръ никогда не фосфоресцируетъ.

2°. Въ атмосферѣ углекислоты, сухой или насыщенной парами воды, фосфоръ не свѣтится. Если ввести въ шаръ съ углекислотой, содержащій фосфоръ, простой пузырекъ воздуха, этотъ пузырекъ тотчасъ становится фосфоро-свѣтымъ.

3°. Во влажномъ воздухѣ фосфоресценція не сопровождается производствомъ фосфористаго водорода.

4°. Пары воды играютъ важную роль въ фосфоресценціи фосфора.

5°. Во время фосфоресценціи имѣетъ мѣсто производство озона, обнаруживаемаго синей окраской іодокрахмальной бумаги. Чтобы наглядно показать его существованіе, воздухъ лишается содержащагося въ немъ озона, путемъ пропусканія воздуха черезъ два флакона, изъ которыхъ одинъ содержитъ ртуть, а другой хлорное олово. Освободившись такимъ путемъ отъ своего естественнаго озона, въ чемъ убѣждаетъ отсутствіе окраски іодокрахмальной бумаги, воздухъ направляется на фосфоръ просушенный при 200° въ струёй углекислоты. Іодокрахмальная бумага синѣетъ, какъ только воздухъ проходитъ черезъ баллонъ, содержащій фосфоръ. Послѣдній, такимъ образомъ, обладаетъ способностью превращать въ озонъ кислородъ воздуха.

Въ работѣ, написанной въ лабораторіи профессора Томсона въ Кембриджѣ и опубликованной въ *Philosophical Magazine* за апрѣль 1905 г. подъ заглавіемъ: „Radioactivity and Chemical change“, г. Norman Campell оспаривалъ мои заключенія по поводу радиоактивности отъ химическихъ реакцій. Онъ не отрицаетъ разряда электроскопа, но онъ его приписываетъ дѣйствию теплоты, произведенной различными реакціями. Онъ, между прочимъ, заявляетъ, что не можетъ

объяснить, какъ теплота способна производить наблюдаемую потерю заряда.

Я никогда не оспаривалъ вліянія теплоты, дѣйствія которой я объясняю тѣмъ, что теплота, какъ я это показалъ, выводитъ наружу запасъ радіоактивности, содержащейся въ тѣлахъ. Но очевидно, что нельзя ссылаться на роль теплоты при химическихъ реакціяхъ, сопровождаемыхъ слабымъ повышеніемъ температуры. Напротивъ, имѣются реакціи, сопровождающіяся значительнымъ повышеніемъ температуры, напримѣръ, окисленіе натрія, которыя не производятъ радіоактивности. Вліяніе теплоты и вліяніе химическихъ реакцій образуютъ два фактора, дѣйствія которыхъ очень различны, хотя иногда они могутъ складываться.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ.

Опыты, обнаруживающіе причины дематеріализаціи тѣлъ произвольно радіоактивныхъ.

Послѣдующіе опыты были выполнены въ началѣ открытія радіоактивныхъ тѣлъ съ цѣлью доказать, что ихъ диссоціація зависитъ отъ нѣкоторыхъ неизвѣстныхъ намъ химическихъ реакцій, приближающихся къ реакціямъ, вызывающимъ фосфоресценцію.

Явленіе радіоактивности, т.-е. выдѣленіе потоковъ ураномъ, торіемъ и радіемъ, дѣйствительно сильно видоизмѣняется отъ теплоты и отъ влажности. Длительное дѣйствіе теплоты сначала вызываетъ радіоактивность, которая сильно растетъ и которая, однако, можетъ быть приведена въ свое первоначальное состояніе только послѣ долгаго покоя. Что касается гидраціи, то она уничтожаетъ фосфоресценцію и уменьшаетъ радіоактивность.

Уменьшеніе дѣйствія на электроскопъ, вызываемое гидраціею, сильно измѣняется въ зависимости отъ тѣлъ. Вотъ цифры, полученныя съ различными радіоактивными тѣлами, въ началѣ просушенными при 200° , а потомъ смѣшанными съ водою въ количествѣ ихъ вѣса.

2 грамма просушеннаго азотно-кислаго урана	26° въ 10 м.
Такое же количество гидрата азотно-кислага урана	7° „ 10 „
2 грамма высушенной красной окиси урана	37° „ 10 „

2 грамма высушенной окиси торія.	5°	„	10 „
Такое же количество гидрата окиси торія	45°	„	10 „
2 грамма гидрата бромистаго радія со слабой активностью	30°	„	5 „
Такое же количество гидрата бромистаго радія	10°	„	5 „

Я долженъ прибавить, что если вода дѣйствуетъ химически, она дѣйствуетъ и частями, поглощая часть выдѣляемыхъ частицъ, т.-е. какъ экранъ.

Если радиоактивныя тѣла смачиваются или подвергаются влажности, то всѣ они теряютъ всю свою фосфоресценцію, а это явленіе не имѣетъ мѣста у обыкновенныхъ фосфоресцирующихъ тѣлъ. Фосфоресценція эта возвращается къ тѣламъ только при нагрѣваніи ихъ до бѣлаго каленія.

Температура играетъ громадную роль въ фосфоресценціи радиоактивныхъ тѣлъ. Достаточно нагрѣть соли радія, чтобы заставить ихъ потерять большую часть ихъ фосфоресценціи. Температура зависитъ отъ образцовъ, которые имѣютъ различный составъ. Для нѣкоторыхъ изъ нихъ необходима температура въ 500°, и фосфоресценція снова появляется, какъ только тѣло охлаждается. Для другихъ достаточно температура въ 200°; тѣло приобретаетъ свою фосфоресценцію не тотчасъ послѣ нагрѣванія, а только спустя нѣсколько часовъ, а иногда спустя нѣсколько дней.

Въ силу предыдущихъ соображеній, выведенныхъ на основаніи дѣйствія теплоты и влажности, слѣдующій опытъ, повидимому, указываетъ на наличность новыхъ химическихъ соединений, которыя я изслѣдовалъ въ другомъ мѣстѣ, и въ которыхъ одинъ изъ составныхъ элементовъ находится въ безконечно малой пропорціи въ отношеніи къ другому элементу.

Опредѣляютъ радиоактивность 30 граммъ хлористаго торія, которые наводятъ на квадратный металлическій ящикъ со стороны въ 10 сантиметровъ. Ящикъ ставятъ въ электроскопъ, и разрядъ равняется 9° въ минуту. Ихъ потомъ растворяютъ въ водѣ и прибавляютъ одинъ граммъ хлористаго барія, не обладающаго никакой радиоактивностью. Осаждаютъ хлористое соединеніе въ состояніи сульфата при помощи малаго количества сѣрной кислоты, и на фильтръ получаютъ продуктъ вѣсомъ въ 7 дециграммовъ. Эти 7 дециграммовъ, помѣщенные на чашку электроскопа, даютъ разрядъ въ 16°, между тѣмъ, самое большее, мы должны были имѣть 9°, ибо активное вещество, извлеченное изъ хлористаго торія, не можетъ превзойти того, что въ немъ содержалось, если только въ данномъ случаѣ не имѣетъ

мѣсто химическая реакція. Оставшійся хлористый торій потерялъ только половину своей активности.

Я долженъ, однако, отмѣтить, что всѣ измѣренія радиоактивности тѣла посредствомъ электроскопа не имѣютъ большой цѣнности. Я дѣлаю съ большой осторожностью заключенія на основаніи этихъ измѣреній съ тѣхъ поръ, какъ я обнаружилъ большее или меньшее вліяніе раздробленности изслѣдуемаго тѣла. Я выше сказалъ, что 7 дециграммовъ осажденной матеріи давали 16° разряда, но употребившійся фильтръ, который почти ничего не содержалъ, исключая развѣ очень тонкаго вещества, оставшагося на его краяхъ, давалъ 40° разряда въ минуту. Фильтръ этотъ содержалъ, самое большее, только нѣсколько миллиграммъ матеріи, но размѣщенной по большой поверхности.

Можно еще проще показать вліяніе дробленія матеріи на радиоактивность посредствомъ слѣдующаго опыта: помѣщаютъ одинъ граммъ чистаго хлористаго торія въ порошокъ на чашку электроскопа. Разрядъ равняется 1° въ минуту. Растворяютъ этотъ граммъ въ двухъ кубическихъ сантиметрахъ дисциллированной воды и смачиваютъ этимъ растворомъ квадратный листъ бумаги для фильтрованія со стороны въ 10 сантиметровъ. Затѣмъ бумагу высушиваютъ и разстилаютъ на чашку электроскопа. Разрядъ тогда поднимается до 7° въ минуту, т.-е. онъ въ 7 разъ больше разряда, который даетъ тотъ же продуктъ въ состояніи тонкаго порошка.

Если согнуть этотъ листъ бумаги, такъ что поверхность его уменьшается, разрядъ спускается до 3°.

Тѣ же явленія наблюдаются у урана. Мы ставимъ на электроскопъ маленькій кусокъ металлическаго урана, вѣсящій около 30 граммъ. Онъ даетъ разрядъ въ 12° въ 10 минутъ. Мы беремъ треть этого куска, допустимъ 10 граммъ, превращаемъ ихъ въ порошокъ, которымъ мы обсыпаетъ металлическій ящикъ со стороны въ 10 сантиметровъ, поставленный на чашку электроскопа. Разрядъ поднимается приблизительно до 28° въ 10 минутъ. Итакъ, отъ одного только увеличенія поверхности радиоактивнаго тѣла $\frac{1}{3}$ количества того же вещества даетъ двойной разрядъ.

Разрядъ, производимый радиоактивными тѣлами, такимъ образомъ, сильно уменьшается вмѣстѣ съ уменьшеніемъ поверхности.

Уменьшеніе это, однако, не пропорціонально уменьшенію поверхности. Какъ только слой радиоактивнаго тѣла достигаетъ опредѣленной толщины, новыя количества вещества, увеличивающія эту толщину, остаются безъ дѣйствія. Явленія протекаютъ такъ, какъ будто тѣла способны поглощать лучи, которые они выпускаютъ.

50 или 25 граммъ торія, разложеннаго по ящичку той же поверхности (12×17 см.), такъ что они его цѣликомъ покрываютъ, даютъ точно такой же разрядъ (11^0 въ минуту). Если разложить тѣ же 50 или 25 граммъ по меньшему ящичку, разрядъ не превосходить 7^0 въ минуту.

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ.

Опыты надъ диссоціаціею атомовъ газообразныхъ тѣлъ.

Явленія, вызываемыя диссоціаціею атомовъ газообразныхъ тѣлъ, обыкновенно обозначаются именемъ іонизаціи. Терминъ этотъ, какъ я показалъ, долженъ считаться синонимомъ диссоціаціи матеріи.

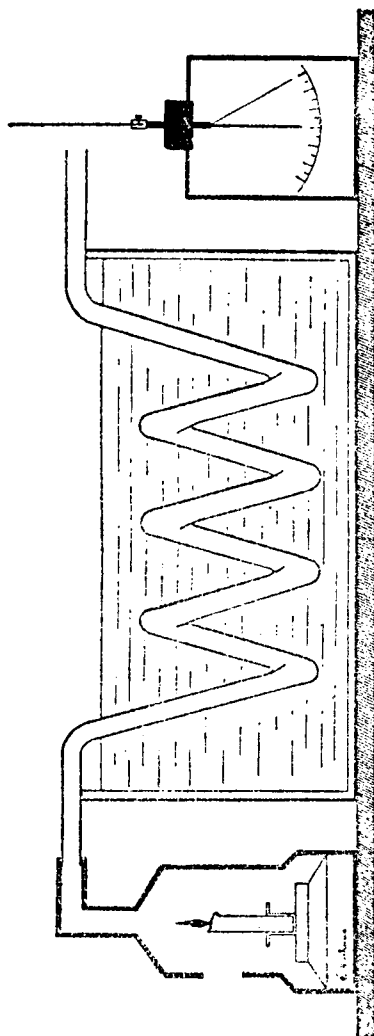
Продукты диссоціаціи атомовъ газообразныхъ тѣлъ одинаковы съ продуктами диссоціаціи другихъ тѣлъ, напимѣръ, металловъ. Отношеніе ихъ разряда къ ихъ массѣ одинаковое. Мѣняются только ихъ свойства, въ зависимости отъ того, имѣетъ ли мѣсто іонизація при обыкновенномъ давленіи или въ очень разрѣженной атмосферѣ, напимѣръ, въ приборѣ Крукса.

Іонизація газа, или, другими словами, его диссоціація, состоитъ въ томъ, что отъ его атомовъ отрываютъ элементы, называемые іонами, имѣющіе одни положительный, а другіе отрицательный разрядъ.

Эти разноименные іоны всегда въ эквивалентномъ количествѣ, вотъ почему масса іонизированнаго газа, взятая въ своей совокупности, не имѣетъ никакого заряда. Утвержденіе это, между прочимъ, находится въ согласіи со всѣмъ тѣмъ, что намъ извѣстно объ электричествѣ. Невозможно образовать зарядъ любого знака, чтобъ одновременно не вызывать равнаго противоположнаго заряда. Когда мы, напимѣръ, треніемъ разлагаемъ электрическую жидкость, натирающее тѣло содержитъ количество электричества, равное количеству электричества натираемаго тѣла, только противоположнаго знака.

Итакъ, іонизированный газъ, взятый въ цѣломъ, не обнаруживаетъ никакого электрическаго заряда. Но если его направляютъ между двумя металлическими пластинками, изъ которыхъ одна заряжена положительнымъ, а другая отрицательнымъ электричествомъ, противоположные іоны притягиваются каждой изъ этихъ пластинокъ, и мы обнаруживаемъ посредствомъ электроскопа нейтрализацію части заряда пластинокъ. Что дѣлается съ положительными и отрицательными іонами, образованными въ газообразной массѣ? Іонизированный газъ можетъ въ теченіе нѣкотораго

времени сохранять свою проводимость, но не на всегда. Въ концѣ концовъ мы уже больше не обнаруживаемъ въ немъ электрическаго заряда. Мы поэтому заключаемъ, что поло-



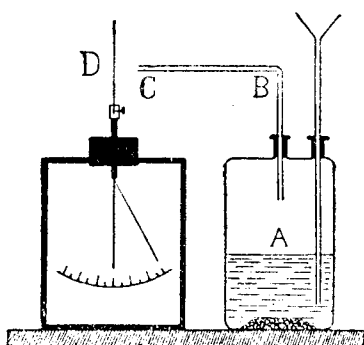
Фиг. 53. Опытъ надъ свойствами газовъ, диссоциированныхъ пламенемъ. Ионы, образуемые этой диссоциацией матеріи, крайне медленно нейтрализуются, ибо они способны проходить черезъ длинную амбразурную металлическую трубку и разряжаться при выходѣ электроскопъ.

жительные и отрицательные іоны соединились и образовали нейтральное электричество.

Скорость соединенія іоновъ, повидимому, пропорціональна ихъ количеству, вотъ почему іоны газовъ, іонизированныхъ сильно радиоактивными тѣлами, быстро соединяются. Соединеніе іоновъ ускоряетъ также присутствіе

твердыхъ частицъ. Въ этомъ можно убѣдиться, если направить табачный дымъ между двумя металлическими пластинками, заряженными электричествомъ, переносимымъ ионизированнымъ газомъ.

Въ настоящее время повсюду допускаютъ, что всѣ іоны, независимо отъ ихъ происхожденія, сходны. Мнѣніе это особенно основано на тождественности ихъ электрическаго заряда. Мои опыты, напротивъ, привели меня къ заключенію, что различные іоны должны имѣть различныя свойства. Я на самомъ дѣлѣ обнаружилъ, что скорость ихъ соединенія или, скорѣе, ихъ исчезновенія сильно зависятъ отъ ихъ происхожденія. Вотъ, напримѣръ, три случая, когда іоны, согласно моимъ изслѣдованіямъ, ведутъ себя различно



Фиг. 54. Соединеніе іоновъ, полученныхъ при диссоціаціи матеріи отъ химическихъ реакцій. А—флаконъ, содержащій воду и амальгаму натрія. СВ — трубка, направляющая ионизированный газъ передъ заряженнымъ электроскопомъ, D. Іоны, образованные этой формой диссоціаціи матеріи, быстро нейтрализуются. Достаточно придать трубкѣ СВ опредѣленную длину, чтобы разрядъ электроскопа сталъ почти равнымъ нулю, что противоположно тому, что наблюдается въ опытѣ, изображенномъ на фиг. 53. Вотъ почему предпочтительно пользоваться схемой фиг. 51 при изученіи диссоціаціи матеріи отъ химическихъ реакцій.

задержались водой, какъ это имѣетъ мѣсто для іоновъ предыдущихъ опытовъ.

Эти три примѣра показываютъ, что іоны дѣйстви-

1) *Іоны, образуемые горѣніемъ.*—Они проходятъ черезъ охлажденную металлическую трубку длиною въ 2 метра, какъ это обнаруживаетъ дѣйствіе, производимое ими на электроскопъ, помѣщенный у конца трубки; но очень тонкій слой воды ихъ задерживаетъ (фиг. 54).

2) *Іоны, образованные опредѣленными химическими реакціями.*

Ограничусь указаніемъ среди этихъ реакцій на образованіе кислорода дѣйствіемъ амальгамы натрія на воду. Полученные іоны почти цѣлкомъ исчезаютъ по проходѣ трубки въ нѣсколько сантиметровъ (фиг. 54).

3) *Іоны, образованные окисленіемъ фосфора.*

Ихъ пропускаютъ, черезъ трубку съ водой и воздухомъ проходившимъ черезъ сосудъ, содержащій куски очень раздробленнаго фосфора. Дѣйствіе воздуха на электроскопъ показываетъ, что не всѣ іоны

тельно разнятся другъ отъ друга, несмотря на неоспоримыя между ними аналогіи.

Количество газовыхъ молекулъ, способныхъ іонизироваться въ опредѣленной массѣ газа, очень не значительно, какъ бы энергична ни была іонизація. Если-бъ имѣло мѣсто противоположное, то изъ атомовъ можно было бы извлекать громадныя количества энергіи. Rutheford считаетъ на каждый миллионъ газовыхъ молекулъ одну диссоцірованную или подвергавшуюся началу диссоціаціи молекулу. Къ этой цифрѣ приходятъ различными методами, особенно на основаніи опредѣленія числа капель воды, образованныхъ конденсаціею паровъ воды, вызываемой присутствіемъ іоновъ. Хотя количество диссоцірованныхъ молекулъ кажется минимальнымъ, число іоновъ, однако, громадно, въ силу большого количества частицъ, содержащихся въ газѣ; это количество частицъ опредѣляется въ 36 миллионѣвъ миллиардовъ въ каждомъ кубическомъ миллиметрѣ. Кубическій миллиметръ газа можетъ, такимъ образомъ, содержать 360 миллионѣвъ частицъ, подвергавшихся началу диссоціаціи, хотя на 100 миллионѣвъ молекулъ приходится только одна диссоцірованная молекула.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ.

Опыты надъ произвольной диссоціаціею матеріи и надъ присутствіемъ во всѣхъ тѣлахъ эманациі, сходной съ эманациею радіоактивныхъ тѣлъ.

Наши опыты привели насъ къ открытію существованія во всѣхъ тѣлахъ эманациі, сходной съ эманациею радіоактивныхъ тѣлъ, что способствуетъ доказательству того, что всѣ тѣла произвольно диссоціируются. Вотъ какъ мы пришли къ этому доказательству.

Съ цѣлью изученія прозрачности металловъ для частицъ матеріи, диссоцірованной подъ дѣйствіемъ свѣта или горѣнія, я пользовался электроскопомъ-конденсаторомъ, описаннымъ выше, т.-е. электроскопомъ, окруженнымъ кѣткой Фарадея и обнаруживающимъ значительный разрядъ подъ вліяніемъ такого слабаго количества теплоты, которое поднимаетъ температуру стѣнокъ только на $\frac{1}{30}$ градуса.

Вначалѣ явленіе это объяснялось тѣмъ, что металлическій цилиндръ прозраченъ для лучей. Вотъ опыты, показавшіе мнѣ, что главная причина явленія обязана не прозрачности, а эманациі металла, тождественной съ эманациею радіоактивныхъ тѣлъ, какъ уранъ, торій и т. д., которая, по Дж. Дж. Томсону, находится во всѣхъ тѣлахъ.

(изслѣдованія Томсона были сдѣланы послѣ моихъ, опубликованныхъ въ *Revue Scientifique* за 22-ое ноября 1902 г., стр. 650).

Если разрядъ производится выставленіемъ инструмента на солнце, онъ замѣтенъ только въ томъ случаѣ, когда температура достаточно повышенная, чтобъ металлъ слегка нагрѣвался.

Когда оперируютъ съ ультра-фіолетовымъ свѣтомъ электрическихъ искръ, который хотя активнѣе солнечнаго свѣта, но не нагрѣваетъ металла, разрядъ почти равняется нулю.

Если расположить аппаратъ, какъ это было указано на фиг. 50 для изслѣдованія дѣйствія теплоты, то обнаруживаютъ, что послѣ повторенія опыта 5 или 6 разъ, металлъ, дававшій разрядъ въ 12 градусовъ въ минуту, даетъ то большій, то меньшій разрядъ, а потомъ разрядъ отсутствуетъ, и металлъ вновь пріобрѣтаетъ свои свойства только спустя нѣсколько дней.

Если удалить изъ цилиндра фонарь, когда первый очень активенъ подъ вліяніемъ теплоты газовъ пламени, разрядъ продолжается двѣ или три минуты, какъ будто внутри цилиндра находится нѣчто, способное медленно нейтрализовать опредѣленное количество электричества, которымъ заряженъ электроскопъ.

Дѣйствіе теплоты можно легко отдѣлить отъ дѣйствія, вызываемаго прозрачностью металла для частицъ диссоциированной матеріи. Дѣйствіе іонизированныхъ газовъ и дѣйствіе теплоты суть два независимыхъ факта, которые складываются. Легкое повышение температуры производитъ достаточно сильный разрядъ. Газы, охлажденные прохождениемъ черезъ длинную змѣобразную трубку, напротивъ, производятъ только очень легкій разрядъ. Металлъ ведетъ себя въ этомъ случаѣ такъ, какъ будто онъ прозраченъ. Стѣнки клѣтки Фарадея, которой пользовались въ послѣднемъ опытѣ, имѣли толщину только въ 0,2 м.м.

Можно даже безъ дѣйствія теплоты констатировать въ нѣкоторыхъ обыкновенныхъ тѣлахъ постоянную эманацию диссоциированной матеріи, но въ очень маломъ количествѣ. Чтобъ ее обнаружить, необходимо сгустить ее на маленькой поверхности. Достаточно свернуть металлъ въ видѣ маленькаго цилиндра, сходнаго съ цилиндромъ, окружающимъ шарикъ электроскопа-конденсатора, выше изображеннаго. Его закрываютъ снизу, оставляютъ его въ теченіе восьми дней въ темнотѣ, и, не выводя его изъ темноты, дабы избѣгнуть возможнаго вліянія свѣта, ставятъ его на изолирующій дискъ электроскопа, для изученія его радіоактивности. Зарядивъ систему, согласно нашимъ объясненіямъ, мы убѣж-

даемся, что разрядъ равняется одному или двумъ градусамъ. Такъ какъ металлъ быстро теряетъ то, что онъ накопилъ, разрядъ скоро уничтожается. Другія тѣла, не металлическія, производятъ то же самое дѣйствіе, особенно буксусный цилиндръ.

Металлъ, переставшій дѣйствовать на электроскопъ, еще не лишился всего запаса своей радіоактивности. Онъ только потерялъ то, что онъ способенъ видѣть при данной температурѣ. Какъ это имѣетъ мѣсто для фосфоресцирующихъ тѣлъ или для радіоактивныхъ тѣлъ, стоитъ его только слегка нагрѣть, чтобы онъ опять далъ новое выдѣленіе радіоактивныхъ потоковъ. Достаточно съ этой цѣлью поступить согласно указаніямъ фиг. 50. Для избѣжанія нѣкоторыхъ возраженій замѣняютъ фонарь со свѣчей кускомъ металла, нагрѣтымъ до 400° . т.-е. ниже краснаго каленія, и расположеннымъ въ 3 сантиметрахъ отъ клѣтки Фарадея. Хотя стѣнки послѣдней нагрѣваются отъ лучепусканія только до 35° , это достаточно, чтобы сообщить разрядъ въ 5° или 6° въ минуту, который длится двѣ или три минуты, а останавливается, когда металлъ освобождаетъ весь свой запасъ радіоактивности. Онъ ее вновь приобрѣтаетъ только послѣ отдыха.

Мы видимъ, такимъ образомъ, что во всѣхъ предыдущихъ опытахъ явленія совершаются такъ, какъ будто металлъ содержитъ ограниченный запасъ чего-то, дѣйствующаго точно такъ, какъ эманация радіоактивныхъ тѣлъ. Это нѣчто металлъ быстро выдѣляетъ подѣ влияніемъ теплоты и вновь приобрѣтаетъ ее только послѣ отдыха.

Эта теорія освобожденія подѣ влияніемъ теплоты потоковъ частицъ диссоцірованной матеріи, элементы которой вновь образуются послѣ покоя, имѣетъ то преимущество, что она сблизжаетъ всѣ тѣла съ радіоактивными веществами, какъ радій или торій, которыя, повидимому, составляютъ исключеніе. Разница только въ томъ, что у послѣднихъ эманация по мѣрѣ потери восстанавливается. Въ обыкновенныхъ металлахъ, напротивъ, потеря металла восстанавливается только медленно, поэтому необходимо давать металлу отдохнуть въ теченіе нѣкотораго времени.

Эти опыты во всякомъ случаѣ ясно доказываютъ явленіе произвольной диссоціаціи матеріи. Повторяю Дж. Дж. Томсонъ позже пришелъ другимъ методомъ къ подобному заключенію.

Радіоактивность абсолютно общее явленіе. Ея изслѣдованіе навѣрно приведетъ къ важнымъ практическимъ результатамъ. Уже пытаются объяснить дѣйствіе нѣкоторыхъ минеральныхъ водъ ихъ радіоактивностью. Послѣднее обстоятельство косвенно указываетъ на то, что внутри земли матерія

является мѣстопребываніемъ диссоціаціи; быть можетъ, и землетрясенія происходятъ вслѣдствіе громадной энергіи, которую матерія освобождаетъ во время своей диссоціаціи.

Большой интересъ въ этомъ отношеніи представляетъ вступительная лекція профессора Gattigau. Онъ въ слишкомъ лестныхъ словахъ отмѣтилъ важность моихъ изслѣдованій съ медицинской точки зрѣнія. Отмѣчу, однако, что въ настоящее время проблема только намѣчена, но она еще не рѣшена. Знакомство съ изслѣдованіями Luxeuil'я Plombier'a показали мнѣ, что врачи упускаютъ изъ виду много факторовъ: среду, температуру, вліяніе слѣдовъ матеріи въ галлоидинномъ состояніи и т. д., которые надо научиться диссоциировать, дабы узнать дѣйствіе каждаго изъ нихъ. Если минеральныя воды обязаны своимъ дѣйствіемъ просто радіоактивности, то очень легко сообщить это свойство любой водѣ, прибавивъ туда кусокъ уранической соли, которая очень дешево стоитъ.

ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ.

Опыты, обнаруживающіе отсутствіе радіоактивности у тѣлъ, просто раздробленныхъ.

Дробленіе матеріи, какъ бы далеко его ни вести, не производитъ никакихъ явленій диссоціаціи. Результатъ этотъ, повидимому, очевиденъ а priori. Было однако небезполезно провѣрить его на опытѣ. Мы знаемъ матерію въ состояніи наибольшей раздробленности, когда тѣла испускаютъ запахъ. Чувство обонянія тогда воспримчивѣе, чѣмъ самые чувствительныя вѣсы химиковъ, ибо маленькія количества пахучихъ веществъ могутъ пропитывать своимъ запахомъ въ теченіе долгаго времени многіе кубическіе метры воздуха безъ чувствительной потери своего вѣса.

Какъ бы ни были раздроблены эти частицы, онѣ не обладаютъ никакимъ свойствомъ матеріи въ состояніи диссоціаціи, онѣ слѣдовательно, не дѣлаютъ воздухъ проводникомъ электричества. Я производилъ свои опыты надъ самыми пахучими тѣлами, надъ іодоформомъ, ваниллиномъ и искусственнымъ мускусомъ. Ихъ достаточно ввести въ металлическій ящикъ, помѣщенный на чашку электроскопа. Послѣдній заряжается сначала положительно, а потомъ отрицательно. Мы убѣждаемся, что въ обоихъ случаяхъ разрядъ равняется нулю.

Такимъ образомъ, частицы, освобождаемыя этими тѣлами, находятся только въ состояніи простой раздробленности, но не въ состояніи диссоціаціи. Обыкновенной мате-

рін, какъ бы она ни была раздроблена, нельзя смѣшивать съ матерією, атомы которой диссоціированы. Превращеніе въ паръ, растираніе въ порошокъ, недоходящія до самаго атома, не въ состояніи производить такихъ же дѣйствій, какъ диссоціація атома.

ГЛАВА ДВѢНАДЦАТАЯ.

Опыты, обнаруживающіе измѣняемость химическихъ элементовъ.

Простыя тѣла, надъ которыми мы производили опыты, — ртуть, магній, суть элементы, которые въ обыкновенномъ состояніи неспособны образовать между собой какихъ бы то ни было соединеній. Если подвергать ихъ удару или давленію и образовать изъ нихъ смѣси, въ которыхъ одинъ изъ элементовъ находится въ очень слабой пропорціи по отношенію къ другому элементу, то этого достаточно, чтобъ эти металлы приобрѣли совершенно новыя химическія свойства.

Вотъ, между прочимъ, таблица основныхъ свойствъ этихъ тѣлъ въ обыкновенномъ состояніи и въ измѣненномъ состояніи.

Классическія свойства металловъ въ обыкновенномъ состояніи.

Ртуть. — Не разлагаетъ воды на холодѣ и не окисляется.

Магній. — Не разлагаетъ воды на холодѣ и не окисляется на воздухѣ.

Алюминій. Не разлагаетъ воды на холодѣ и не окисляется. Не поддается дѣйствію сѣрной, азотной и уксусной кислоты.

Новыя свойства этихъ же металловъ по преобразованіи ихъ.

Ртуть, содержащая слѣды магнія. Разлагаетъ воду на холодѣ и мгновенно превращается въ объемистый чернѣй порошокъ.

Преобразованный магній. Разлагаетъ воду на холодѣ, но не окисляется въ сухомъ видѣ.

Преобразованный алюминій мгновенно окисляется въ сухомъ состояніи и покрывается бѣлыми бугорками глинозема. Живо разлагаетъ воду до полного исчезновенія металла, который превращается въ глиноземъ. Поддается дѣйствію сѣрной, азотной, уксусной кислоты. Приобрѣтаетъ электродвижущую силу, въ два раза превышающую электродвижущую силу обыкновеннаго алюминія.

Опыты, обнаруживающіе измѣняемость химическихъ элементовъ.

Изслѣдуемъ теперь подробно преобразованія, которыя мы кратко отмѣтили. Вотъ, между прочимъ, способъ, которымъ надо дѣйствовать, чтобы получить это преобразование.

Преобразование свойствъ ртути.

Если положить кусокъ магнія въ ртуть, то какъ бы долго ни продолжалось бы соприкосновеніе между металлами, они все-таки не соединяются. Если ихъ встряхнуть въ флаконѣ, магній тѣмъ не менѣе не поддается дѣйствию. Оба эти металла, такимъ образомъ, въ обыкновенномъ состояніи не соединяются. Достаточно, однако, слегка измѣнить условія, въ которыхъ они обыкновенно находятся, чтобы они могли соединиться въ слабой пропорціи.

Чтобы заставить ртуть растворить маленькое количество магнія, достаточно прибѣгнуть къ легкому давленію. Давленіе это образуетъ одну изъ причинъ, одинъ изъ приспособленныхъ реактивовъ, важность, которыхъ я много разъ отмѣчалъ въ этой работѣ.

Давленіе это можетъ быть легкимъ, но необходимо, чтобы оно было продолжительнымъ. Чтобы получить его, достаточно наполнить трубку ртутью и закрыть ее пробкой, черезъ которую проходитъ магниевая пластинка, тщательно протертая наждачной бумагой (фиг. 55).

Закрываютъ потомъ трубку пробкой, магній погружается во ртуть и не можетъ выплыть на ея поверхность. Подвергнутый этому слабому давленію, онъ быстро поддается дѣйствию. Время наступленія этого дѣйствія колеблется отъ нѣсколькихъ минутъ до нѣсколькихъ часовъ въ зависимости отъ качества металла и отъ совершенства чистки. Свойства ртути тогда глубоко измѣняются.

Она приобретаетъ любопытное и непредвидѣнное свойство, повидимому, быстро окисляться въ сухомъ воздухѣ и энергично разлагать воду при погруженіи въ нее.

Чтобы доказать окисленіе ртути въ сухомъ воздухѣ, достаточно положить ее въ хорошо просушенный стаканъ. Поверхность стакана мгновенно покрывается чернымъ порошкомъ, который вновь образуется по мѣрѣ его уничтоженія. Если его оставляютъ, слой скоро достигаетъ толщины въ одинъ сантиметръ.



Фиг. 55. Приборъ, употребляемый для измѣненія свойствъ ртути путемъ соединенія ея посредствомъ слабого давленія со слѣдами магнія.

Окисленіе ртути только видимое. Окисляется не ртуть, а слѣды содержащагося въ ней магнія. Окисляясь, магній превращаетъ ртуть въ мельчайшій черный порошокъ, который занимаетъ громадный объемъ.

Чтобы обнаружить разложеніе ртутью воды, ее помѣщаютъ въ стаканъ, наполненный водою, тотчасъ послѣ удаленія изъ ртути магнія (фиг. 56). Вода непосредственно разлагается. Спустя $\frac{1}{4}$ часа разложеніе замедляется, но оно длится больше часа.

Измѣненная ртуть быстро теряетъ на воздухѣ свои свойства. Можно неопредѣленно сохранить ея свойства, если покрыть ее легкимъ слоемъ вазелина.

Преобразование свойствъ магнія.

Въ предыдущемъ опытѣ, если помѣстить въ ртуть не тонкій кусокъ магнія, а пластинку опредѣленной толщины, на примѣръ, въ одинъ м. м., если вынуть пластинку спустя два или три часа и погрузить ее въ воду, то обнаруживаютъ,



Фиг. 56. Разложеніе воды ртутью, содержащей слѣды магнія. Мгновенная фотографія.

что вода живо разлагается (фиг. 57). Водородъ воды освобождается, а кислородъ соединяется съ металломъ, чтобы образовать магnezію. По удаленіи магнія изъ воды, температура магнія значительно повышается и окисляется на воздухѣ.

Окисленіе на воздухѣ магнія очень слабое и имѣетъ мѣсто только тогда, когда металлъ смоченъ. Для алюминія имѣетъ мѣсто, какъ мы это увидимъ, противоположное явленіе. Если по удаленіи магнія изъ ртути ее вытираютъ сухой тряпкой, она не окисляется, но неопредѣленно сохраняетъ способность разлагать воду, при условіи сохраненія его въ сухомъ мѣстѣ.

Въ предыдущихъ опытахъ мы не пользовались никакимъ реактивомъ. Мы только ставили два металла, которые въ обыкновенномъ состояніи не соединяются, но которые мы заставили проникать другъ въ друга посредствомъ легкаго давленія. Операция требуетъ нѣсколькихъ часовъ. Ее можно выполнить въ нѣсколько секундъ, если пользоваться реактивомъ, который дѣйствіемъ на магній уменьшаетъ его сопротивление дѣйствию ртути.



Фиг. 57. Разложеніе воды магніемъ, содержащимъ слѣды ртути. Мгновенная фотографія.

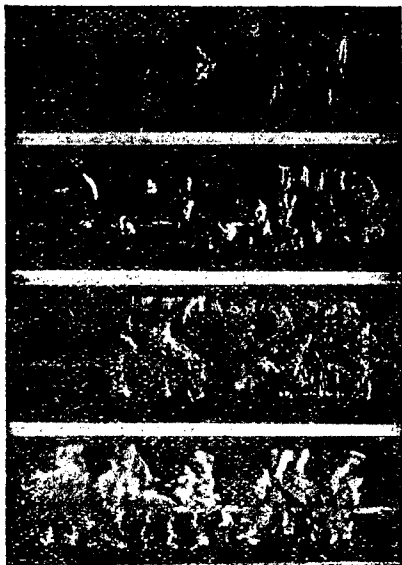
Въ широкій флаконъ вводимъ нѣсколько кубическихъ сантиметровъ ртути, магнѣвую пластинку, воду, содержащую 1% хлористоводородной кислоты. Будемъ теперь сильно встряхивать флаконъ въ теченіе 20 секундъ. Удалимъ магній, промоемъ его быстро, дабы освободить его отъ всякихъ слѣдовъ, высушимъ его и бросимъ его въ вазу, наполненную водой. Онъ моментально разлагается воду. Если вынуть ртуть изъ флакона и помѣстить въ стаканъ съ водой, она ее тоже разлагаетъ.

Преобразованіе свойствъ алюминія.

Опыты надъ аллюминіемъ болѣе поразительны, чѣмъ опыты надъ магніемъ.

Одинъ изъ самыхъ любопытныхъ опытовъ современной химіи это опытъ, при которомъ на поверхности полированного аллюминіеваго зеркала появляются снопки, бѣлые какъ снѣгъ. Очень просто осуществить этотъ опытъ. Можно какъ въ случаѣ съ магніемъ, подвергать ртуть дѣйствію давленія, но лучше пользоваться ударомъ.

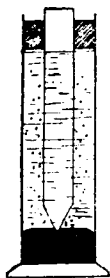
Достаточно ввести во флаконъ, содержащій нѣсколько кубическихъ сантиметровъ ртути, аллюминіевыя пластинки, полированныя крокусомъ или просто наждачной бумагой, и встряхивать флаконъ въ теченіе двухъ минутъ ¹⁾. Если потомъ вынуть одну изъ пластинокъ, тщательно ее вытереть и поставить на подставку, она тотчасъ же покрывается бѣ-



Фиг. 58—61. Образованіе снопковъ глинозема на аллюминіевыхъ пластинкахъ, покрытыхъ невидимыми слѣдами ртути. Мгновенная фотографія.

¹⁾ Лица, желающія повторять мои опыты, должны строго держаться цифры, которая я даю въ этой работѣ. Повторяемые удары, произведенные встряхиваніями, стремятся породить соединенія, которые при другихъ условіяхъ не появляются. Бензолъ, какъ извѣстно, получилъ алкогольныя соединенія сообщеніемъ 3000 встряхиваній флакону, содержавшему этиленъ и серную кислоту.

лыми глиноземными спонжками, которые через нѣсколько минутъ достигаютъ высоты въ одинъ сантиметръ (фиг. 58 до 61). Въ началѣ опыта температура пластинки поднимается до 102° .



Фиг. 62. Схема опыта, позволяющаго сообщить алюминіевой пластинкѣ, остріемъ своимъ касающейся ртути, способность разлагать воду и цѣлкомъ преобразовать ее въ глиноземъ. Дѣйствіе продолжается и по удаленіи ртути, если разложеніе уже началось.

Окисленіе не имѣетъ мѣста, если алюминій вводится въ совершенно сухой воздухъ или кислородъ. Для производства явленія, такимъ образомъ, необходима наличность маленькаго количества паровъ воды. Образующійся глиноземъ, между прочимъ, всегда гидрованъ.

Если, вмѣсто того, чтобы ставить алюминій на подставку, бросить его тотчасъ по удаленіи изъ ртути въ сосудъ, наполненный водой, онъ энергично разлагаетъ воду и превращается въ глиноземъ.

Дѣйствіе останавливается только тогда, когда алюминій цѣлкомъ разрушается. Это полное разрушеніе не имѣетъ мѣста у магнія. Алюминіевая пластинка толщиною въ одинъ миллиметръ, шириною въ одинъ сантиметръ и длиною въ 10 сантиметровъ совершенно разрушается отъ окисленія въ теченіе 48 часовъ.

Чтобы отдать себѣ отчетъ въ слабомъ количествѣ ртути, необходимомъ для глубокаго измѣненія свойствъ алюминія, вводятъ въ сосудъ, наполненный дистиллированной водой и содержащій малое количество ртути, алюминіевую пластинку, прочищенную наждачной бумагой. Пробка поддерживаетъ пластинку такъ, что она касается ртути только своимъ нижнимъ концомъ (фиг. 62). Спустя нѣсколько часовъ, вода начинаетъ разлагаться. Разложеніе продолжается и по удаленіи ртути до тѣхъ поръ, пока пластинка разрушается по длинѣ въ 5 или 6 сантиметровъ надъ точкой соприкосновенія со ртутью.

Въ этомъ опытѣ дѣйствіе ртути распространяется и на часть, которой она не касалась; можно поэтому предположить, что ртуть поглотила алюминій, благодаря электрокапиллярному явленію. Слѣдующій опытъ доказываетъ противоположное и еще лучше указываетъ на слабое количество ртути, которое необходимо для преобразованія свойства алюминія.

Въ сухой и очень чистый флаконъ вводятъ малое количество чистой дистиллированной ртути. Встряхиваютъ флаконъ въ теченіе минуты. Удаляютъ ртуть такъ, чтобы на

стѣнкахъ не было никакихъ видимыхъ ея слѣдовъ. Если металлъ былъ совершенно чистый, стѣнки флакона остаются чистыми. Флаконъ, однако, сохранилъ слѣдъ ртути, достаточный, чтобы преобразовать свойства алюминія. Достаточно промыть флаконъ водой, подкисленной 20% хлорной кислоты, бросить въ нее кусочекъ алюминія, встряхивать флаконъ въ теченіе 30 секундъ, чтобы пластинка, вынутая изъ флакона, обладала отмѣченными свойствами окисленія, хотя на ея поверхности нельзя замѣтить слѣдовъ амальгаціи¹⁾.

Можно выразить въ цифрахъ дозу ртути, необходимой для преобразованія свойствъ алюминія. Если ввести во флаконъ, содержащій воду, подкисленную 20% хлористоводородной кислоты, слѣдъ двухлористой ртути, столь слабый, что онъ составляетъ только $\frac{1}{12000}$ вѣса жидкости, если положить потомъ алюминіевую пластинку и встряхивать флаконъ въ теченіе двухъ минутъ, то алюминій приобрѣтаетъ всѣ отмѣченныя нами свойства, хотя, какъ и въ предыдущемъ опытѣ, на глазъ, не содержитъ никакихъ слѣдовъ амальгаціи.

Электродвижущая сила преобразованнаго алюминія въ два раза больше электродвижущей силы обыкновеннаго алюминія. Элементъ, образованный изъ платины, чистой воды и обыкновеннаго алюминія, имѣетъ электродвижущую силу въ 0,15 вольтъ. Если замѣнить въ этомъ же элементѣ обыкновенный алюминій преобразованнымъ алюминіемъ, электродвижущая сила поднимается до 1,65 вольтъ.

Водородъ, освобожденный при разложеніи воды преобразованнымъ алюминіемъ, дѣлаетъ воздухъ проводникомъ электричества. Въ этомъ можно убѣдиться, если соединить электроскопъ съ металлическимъ ящикомъ, содержащимъ воду и куски преобразованнаго алюминія. Разрядъ электроскопа почти одинаковый, независимо отъ того, заряженъ ли онъ положительно или отрицательно.

Помимо новыхъ свойствъ окисляться на холодѣ, разлагать воду, алюминій приобрѣтаетъ еще свойства подаваться

¹⁾ Такъ какъ въ лабораторіи могутъ встрѣтиться условія, при которыхъ алюминій можетъ соединиться со ртутью безъ посредства реактива, то я полагалъ, что нѣкоторые изъ отмѣченныхъ мною фактовъ должны были давно быть извѣстными. Я напрасно справлялся въ самыхъ авторитетныхъ работахъ по химіи, въ которыхъ я нашелъ только указаніе на амальгацію алюминія въ присутствіи оснований. Я тогда обратился къ выдающимся химикамъ и къ г. Dite, профессору химіи въ Сорбоннѣ и автору самой полной изъ новѣйшихъ работъ, посвященныхъ изслѣдованію свойствъ алюминія. Всѣ мнѣ отвѣтили, что ни одинъ изъ отмѣченныхъ мною фактовъ, касающихся какъ и алюминія, такъ и ртути и магнія, не были до меня опубликованы.

дѣйствию уксусной, сѣрнистой и азотной кислотъ, которыя обыкновенно на него не дѣйствуютъ.

Чтобы наблюдать эти новыя свойства, слѣдуетъ прибѣгать къ слѣдующимъ мѣрамъ предосторожности.

Когда хотять дѣйствовать уксусной кислотой, то слѣдуетъ пользоваться чистой кристаллизованной уксусной кислотой. Когда пользуются азотной кислотой, то нужно вынуть металлъ изъ ртути, погрузить его въ азотную кислоту, имѣющуюся въ продажѣ. Спустя нѣсколько секундъ, металлъ поддается сильному дѣйствию, сопровождающемуся значительнымъ повышеніемъ температуры и освобожденіемъ свѣтящихся паровъ. Дѣлають реакцію менѣе опасной, растворивъ азотную кислоту въ водѣ, въ количествѣ, равномъ половинѣ вѣса кислоты. Если вмѣсто указанной азотной кислоты пользуются чистой 40% кислотой, алюминій не поддается дѣйствию.

Разница между дѣйствіемъ чистой и нечистой азотной кислоты не представляетъ собой исключительнаго случая. Уже давно извѣстна разница въ дѣйствіи на свинецъ чистой и нечистой воды. Чистая вода на него дѣйствуетъ, между тѣмъ, какъ нечистая вода не производитъ дѣйствія. Достаточно облить цинковыя опилки дистиллированной водой, чтобы жидкость возбудилась въ нѣсколько минутъ, образуя окисъ цинка. Если пользоваться обыкновенной водой, жидкость остается совершенно ясной. Обыкновенная вода видоизмѣняетъ поверхность металла и отлагаетъ на немъ нерастворимые карбонаты и сульфаты.

Сѣрная кислота, по даннымъ химическихъ книгъ, не дѣйствуетъ на обыкновенный алюминій; но она энергично дѣйствуетъ на преобразованный алюминій. Чистая сѣрная кислота почти не дѣйствуетъ. слѣдуетъ пользоваться сѣрной кислотой, разбавленной двумя объемами воды. Когда дѣйствіе начинается, можно прибавить воды такъ, чтобы получился 1% растворъ сѣрной кислоты. Реакція происходитъ почти такъ же живо. 1% сѣрная кислота, которая почти не дѣйствуетъ на алюминій, еще не подвергавшійся дѣйствию концентрированной кислоты, имѣетъ, напротивъ, сильное дѣйствіе, когда реакція уже началась. Она, слѣдовательно, способна продолжать реакцію, но неспособна ее вызывать.

Въ трудахъ по химіи отмѣчается фактъ, что сѣрная кислота не дѣйствуетъ на обыкновенный алюминій, но это не совсѣмъ точно. Чистая сѣрная кислота фактически не дѣйствуетъ, но когда она на половину разбавлена водой, она мгновенно дѣйствуетъ на алюминій, хотя менѣе энергично, чѣмъ тогда, когда она дѣйствуетъ на преобразованный алюминій. Такъ какъ фактъ этотъ не подлежитъ ни-

какому сомнѣнію, то слѣдуетъ полагать, что разница между тѣмъ, что пишется въ книгахъ, и тѣмъ, что даетъ наблюденіе, происходитъ оттого, что первые химики, изучавшіе дѣйствіе сѣрной кислоты на алюминій, пользовались металломъ, содержащимъ постороннія тѣла, отъ которыхъ теперь удается освободиться при приготовленіи алюминія. Я нашелъ образцы нечистаго алюминія, съ которыми ни одинъ изъ моихъ предыдущихъ опытовъ не удавался.

Алюминій, натертый амальгамою золота, натрія, серебра и т. д., производитъ такіе же результаты, какъ образцы алюминія, выше отмѣченные. То же дѣйствіе получается, если обсыпать алюминію порошокъ ртутной соли, напримеръ, двухлористой ртути. Алюминіевая пластинка тотчасъ покрывается хлопьями. Недавно даже предложили смѣсь изъ двухлористой ртути, синеродистаго калия и алюминіевыхъ опилокъ для быстрого производства водорода черезъ бросаніе этого порошка въ воду.

Какимъ образомъ алюминій, столь не поддающійся соединенію съ ртутью и кислородомъ, мгновенно съ ними соединяется? Ясно, что его атомы должны были претерпѣть глубокое измѣненіе, по крайней мѣрѣ, ихъ движенія измѣнились.

Въ своемъ выдающемся трудѣ по изслѣдованію свойствъ алюминія г. Ditte уже показалъ, что металлъ этотъ поддается дѣйствію кислотъ, но только при пользованіи различными средствами. Для того, чтобы дѣйствовала слабая сѣрная кислота, слѣдуетъ къ ней прибавить немного хлористой платины. Если пользуются азотной кислотой, то необходимо образовать пустоту надъ металломъ, погруженнымъ въ кислоту. Дѣйствіе, между прочимъ, происходитъ очень медленно и совсѣмъ не энергично, какъ это имѣетъ мѣсто у преобразованнаго алюминія. Г. Ditte заключаетъ на основаніи своихъ опытовъ, что алюминій—металлъ, легко поддающійся дѣйствію при многихъ условіяхъ, среди которыхъ многія теперь еще неизвѣстны. Фактъ этотъ, какъ видно, неоспоримъ. Слѣдовало бы отказаться пользоваться алюминіемъ во флотѣ; по крайней мѣрѣ до тѣхъ поръ, пока не удастся найти металлъ, соединеніе съ которымъ его сдѣластъ устойчивымъ, имъ не слѣдуетъ пользоваться, какъ это дѣлаютъ, для металлическихъ сооружений.

ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ.

Опыты надъ проходомъ черезъ матеріальныя препятствія элементовъ, происходящихъ отъ дематеріализаціи матеріи.

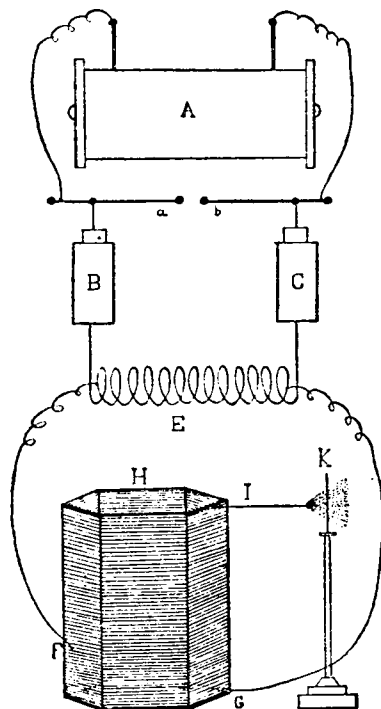
Въ текстѣ работы я уже далъ фотографіи, показывющія, какъ разнообразны равновѣсія, которыя можно придать частицамъ диссоциированной матеріи, пользуясь ихъ притяженіями и отталкиваніями. Останавливаться на нихъ теперь бесполезно. Я также воспроизвелъ фотографіи, показывающія, что черезъ увеличеніе скорости метаніи этихъ частицъ путемъ повышенія электрическаго потенціала порождающаго ихъ аппарата, можно заставить частицы видимо проходить черезъ матеріальныя препятствія. Такъ какъ этотъ послѣдній опытъ очень важенъ, то я къ нему еще разъ возвращаюсь, дабы подробно его изложить.

Аппаратъ, которымъ пользуются, очень простъ. На фиг. 63 видны его детали. Регулированіе большаго соленоида, служащаго для значительнаго повышенія потенціала, легко удастся. Приходится на опытѣ искать положенія, которое нужно сообщить одной изъ проволокъ, исходящихъ изъ маленькаго соленоида, для того, чтобы получить максимумъ дѣйствія, т. е. длинный снопъ потоковъ вокругъ шарика, которымъ заканчивается соленоидъ. Для того, чтобы явленіе было ясно выражено, необходимо пользоваться катушкой, дающей искры въ 30 сантиметровъ. Когда аппаратъ хорошо установленъ, то изъ его конца брызжетъ потокъ лучей, имѣющихъ точно такой же видъ, какъ пунктированные лучи чертежа 63. Эти потоки обладаютъ поражающимъ свойствомъ проникать безъ отклоненія черезъ тонкія пластинки различныхъ тѣлъ: эбонита, стекла и т. д. Дѣйствіе прекращается, если толщина пластинки превосходитъ $1\frac{1}{2}$ мм.

Опытъ этотъ поразительный. Можно простымъ глазомъ слѣдить за направленіемъ этихъ лучей, что было бы невозможно, если бы рѣчь шла о второстепенномъ выдѣленіи или о явленіи конденсаціи.

Я не знаю другого опыта, при которомъ можно обнаружить видимый проходъ частицъ черезъ матеріальное препятствіе. Бесполезно напоминать, что обыкновенная электрическая искра можетъ проходить черезъ твердое тѣло, какъ это наблюдается, если помѣстить стеклянную пластинку между полюсами электростатической машины или индукціонной катушки. Но въ данномъ случаѣ тѣло пробуравливается, а въ нашемъ опытѣ потоки проходятъ черезъ тѣло, но его не пробуравливаютъ.

Legge повторилъ этотъ опытъ посредствомъ трансформатора Тельса, погруженнаго въ твердый вазелинъ. Благодаря высокому напряженію потоки проходили эбонитовыя пластинки толщиною въ $\frac{1}{2}$ сантиметра, между тѣмъ въ аппаратъ фиг. 63 потоки не проходятъ пластинки, если толщина ихъ болѣе $\frac{1}{2}$ мм.



Фиг. 63. Схема расположения аппаратовъ, позволяющая сообщить частицамъ диссоціированной матеріи напряженіе, достаточное для того, чтобы онѣ проникали черезъ тонкія пластинки непроводниковъ, напримѣръ, стеклянныя или эбонитовыя.

А, индукціонная катушка, дающая искры въ 30 сантиметровъ; ВС, лейденскія банки, соединенныя съ полюсами катушки. Ихъ внутреннія арматуры соединены съ двумя стержнями *a*, *b*, окончивающимися шариками, которые отодвигаются приблизительно на одинъ сантиметръ, и между которыми происходитъ разрядъ. Е маленький соленоидъ, въ соединеніи съ двумя внѣшними обкладками лейденскихъ банокъ. Н резонаторъ Удена, образованный изъ свернутой проволоки. Онъ соединяется съ маленькимъ соленоидомъ Е двумя проволоками G F. Положеніе проволоки G неизмѣнно, и положеніе проволоки F находится путемъ испытанія до тѣхъ поръ, пока не получается максимумъ потоковъ въ К. I металлической стержень, прикрѣпленный къ первому обороту спирали. У конца спирали образуются султаны, способные проникать черезъ непрозрачныя тѣла. К стеклянная эбонитовая пластинка, черезъ которую проходятъ потоки.

Если такимъ путемъ полученные потоки проходятъ черезъ трубку Крукса безъ металлическихъ катода и анода, т. е. черезъ простой пустой стеклянный сосудъ, то получаются въ такомъ изобиліи X—лучи, что можно видѣть благодаря имъ скелетъ руки на экранѣ изъ платинисто-спинеродистаго барія. Этотъ опытъ всегда поражалъ физиковъ, которымъ я его показывалъ ¹⁾.

К О Н Е Ц Ъ.

¹⁾ Последнія шесть страницъ подлинника нами пропущены. Онѣ составляютъ послѣднюю главу, состоящую изъ цитатъ и выдержекъ изъ разныхъ журналовъ, на основаніи которыхъ Лебонъ доказываетъ, что ему принадлежитъ честь открытія всеобщей диссоціаціи матеріи. Онѣ имѣютъ, такимъ образомъ, интересъ только для историка науки.

Изданія М. И. СЕМЕНОВА.

- Е. Нагродская.** **Гнѣвъ Діониса.**
Романъ. Изданіе 9-ое.
Ц. 1 р. 50 к.
-
- Е. Нагродская.** **Борьба микробовъ.**
Романъ. Изданіе 3-е.
Ц. 1 р.
-
- Е. Нагродская.** **Аня. Чистая любовь.**
Онъ. За самоваромъ.
Разсказы. Изданіе 4-ое.
Ц. 1 р.
-
- Е. Нагродская.** **С т и х и.**
Ц. 50 к.

Изъ отзывов печати:

Произведенія г-жи Нагродской, появившіяся впервые около трехъ лѣтъ тому назадъ, сразу обратили на себя вниманіе, вызвавъ восторженныя похвалы однихъ, и рѣзкія нападки другихъ. Это лучшее доказательство незаурядности и оригинальности автора, что и подтвердилось особымъ вниманіемъ читателей къ произведеніямъ г-жи Нагродской: „Гнѣвъ Діониса“ за два съ небольшимъ года прошелъ 8-ю изданіями (въ колич. 25.000 экз.), а „Аня“ и др. разск.—4-мя изд. (въ колич. 12.000 экз.).

По отчетамъ многихъ библіотекъ романъ „Гнѣвъ Діониса“ является за послѣдніе годы „самой читаемой“ книгой...

-
- Петербургскіе** **Литер. сборникъ.**
вечера. Книга первая.
Ц. 1 р.

Содержаніе: А. Рьевскій, Сердце женщины. Е. Нагродская. Романическое приключеніе. П. Ширяевъ. Лѣсная тайна. М. Шимкевичъ. Въ поляхъ снѣжныхъ. В. Сысоевъ. Смерть Половинки.

А. Коллонтай. По Рабочей Европѣ.

Ц. 1 р. 35 к.

Въ книгу входятъ очерки и наблюденія изъ агитаціонныхъ поѣздокъ по Германіи, Англіи, Швеціи, Даніи.

Изъ отзывовъ печати.

„Очерки г-жи Коллонтай, русской социаль-демократки. вынужденной скитаться по Европѣ, даютъ вскзныи, легко и даровито написанныя картинки соц.-дем. жизни. Проницательная, умная, правдивая наблюдательница, она легко схватываетъ характерныя сценки пролетарскаго быта, и въ живой формѣ заноситъ ихъ на бумагу... Ея очерки менѣ всего изслѣдованіе, но пороку они могутъ дать гораздо больше, чѣмъ изслѣдованіе“.

(„Рѣчь“ 7 Мая 1912 г.).

„Нельзя не пожелать, чтобы книга нашла широкіе круги читателей; она обладаетъ для этого необходимыми достоинствами“.

(„Соврем. Міръ“. Июнь 1912 г.).

Современное хозяйство

А. Финнъ—**Россіи. 1890—1910 г.**
Енотаевскій. Большой томъ въ 530 стр. убористой печати съ табл., картогр. и т. д.

Ц. 3 р. 50 к.

Содержаніе: Введеніе.—I. Теорія рынковъ.—II. Теорія кризисовъ.—III.—Промышленный подъемъ 1893—1899 гг.—IV. Кустарная промышленность и отхожіе промыслы.—V. Промышленный кризисъ 1900—1902 гг.—VI. Регрессивный процессъ въ нашемъ хозяйствѣ.—VII. Наша финансовая политика 1889—1910 гг.—VIII. Теорія и практика нашего денежнаго обращенія.—IX. Движеніе денежнаго капитала и общій обзоръ торговопромышленной жизни за 1903—1910 гг.—X. Фабрично-заводская промышленность въ 1903—1910 гг.—XI. Синдикатское теченіе.—XII. Положеніе рабочаго класса въ 1903—1910 гг.—XIII. Движеніе заработной платы и товарныхъ цѣнъ.—XIV. Наше товарное обращеніе.—XV. Современная деревня.—XVI. Наши общественные классы.—Заключеніе.

Изъ отзывовъ печати.

— Въ книгѣ г. Финна-Енотаевскаго весьма полно и тщательно обработаны отдѣлы, касающіеся обрабатывающей промышленности и горнаго дѣла, торговли и транспорта, кредита и банковаго дѣла, государственныхъ финансовъ и кредита; въ этихъ областяхъ авторъ является вполнѣ хозяиномъ своего дѣла и оперируетъ съ исчерпывающимъ знаніемъ матеріала.

(„Рѣчь“, 27 іюня 1911 г.)

**Сельскохозяйственная
кооперация.**
Тотоміанцъ. Очерки съ приложеніемъ примѣрныхъ
уставовъ. Изд. 2-ое.

Ц. 2 руб.

Изъ отзывовъ печати:

Читатель найдетъ въ этой книгѣ всѣ наиболѣе важныя фактическія данныя и теоретическія положенія относительно сельско-хоз. коопераціи. Авторъ прекрасно знакомъ какъ съ теоріей, такъ и практикой коопераціи, благодаря чему всѣ приводимыя имъ данныя отличаются какъ свѣжестью, такъ и полной достовѣрностью. Къ книгѣ слѣдуетъ очень цѣнное добавленіе: приложены уставы русск. и иностранныхъ кооперативн. учреждений и т. д.

„Современное Слово“.

Мутаціи и періоды мутацій при происхожденіи видовъ.
Гуго-де-Фрисъ.

Перев. съ нѣм. Съ 8 рис.

Ц. 35 коп.

Изъ отзывовъ печати:

— Имя Гуго-де-Фриса пользуется заслуженной репутаціей въ ученомъ мірѣ, который видитъ въ немъ одного изъ наиболѣе независимыхъ и вдумчивыхъ біологовъ. Въ настоящей брошюрѣ Гуго-де-Фрисъ излагаетъ свою извѣстную поправку къ ученію Дарвина о происхожденіи видовъ.

„Соврем. Слово“. 19 Мая 1912 г.

— Книжка Гуго-де-Фриса представляетъ собою очень цѣнный вкладъ въ нашу переводную научную литературу...

„В и р ж. В ѣ д.“.

Любовь у растений.
Л. Франсе. Перев. съ 25 рисунками.

Ц. 60 коп.

Чувства у растений.
Л. Франсе. Перев. М. Розенфельдъ. Съ 18 рис.

Ц. 60 н.

По отзывамъ многихъ естествоиспытателей, Франсе сдѣлалъ въ области ботаники то же, что Бремъ—въ области зоологіи.

Его легко и блестяще написанныя книжки прочтутся съ наслажденіемъ всякимъ, кто любитъ природу и интересуется ея жизнью.

А. Бергсонъ. Собрание сочинений.

Въ 5 томахъ.

- Т. I. Творческая Эволюція. Ц. 2 р.
Т. II. Опытъ надъ непосредственными данными сознания.
Ц. 1 р. 50 к.
Т. III. Матерія и память. Ц. 1 р. 50 к.
Т. IV. Философскія статьи и рѣчи. Ц. 1. р. 50 к.
Т. V. Смѣхъ и др. сочиненія.

Отдѣльные сочиненія:

- Воспріятіе измѣнчивости. Ц. 50 к. Психофизиологическій паллогизмъ. Сновидѣніе. Ц. 50 к. Воспоминаніе настоящаго.
Ц. 50 к. Интеллектуальное усиленіе. Законъ причинности.
Ц. 50 к. Смѣхъ 75 к.

Философія живого

А. Богдановъ.

опыта.

Популярные очерки. Спб. 1913 г.

Ц. 2 р.

Содержаніе. Введеніе: I. Что такое философія? Кому и зачѣмъ она нужна? II. Что было до философіи? III. Какъ философія, выстѣ съ наукой, выдѣлялась изъ религіи? Глава I. Что такое матеріализмъ? Глава II. Матеріализмъ античнаго міра. Глава III. Матеріализмъ новаго времени. Глава IV. Эмпириокритицизмъ. Глава V. Діалектическій матеріализмъ. Глава VI. Эмпириомонизмъ. Заключение. Наука будущаго.

Изъ отзывовъ печати:

Новый трудъ А. Богданова представляетъ собой новую попытку изложить въ возможно популярной формѣ сущность пролетарской философіи...

(“С о в р. С л о в о”).

Всеобщая организа- ціонная наука.

А. Богдановъ.

Тектологія.

Ц. 2 р.

Эволюція матеріи.

Густавъ Лебонъ.

Переводъ Б. Бычковаго изд.
3-ье исправленное и дополненное.

Цѣна 2 руб.

Жизнь Бетховена.
Роменъ Роланъ. Перев. съ франц. С. Тарасова.
1912 г. съ портр. Бетховена.
Ц. 1 руб.

Изъ отзывовъ печати:

„Эта книга займетъ свое особое, и весьма видное мѣсто въ литературѣ о Бетховенѣ. Интересъ книги Р. Ролана увеличивается благодаря ея литературнымъ достоинствамъ. Лаколическое краснорѣчіе, ясность и вмѣстѣ съ тѣмъ блескъ, изящество стиля дѣлаютъ чтеніе захватывающимъ. Къ своему сочиненію авторъ приложилъ удачно выбранныя письма и мысли Бетховена, прекрасно документирующія и освѣщающія книгу. Русскій переводъ въ общемъ точенъ, ясенъ и вполнѣ литературенъ.

„Рѣчь“ 1 октября 1912 г.

— Первая изъ этихъ книгъ (Жизнь Бетховена) является однимъ изъ шедевровъ нашего писателя. Именно огромный успѣхъ этой книги выведетъ на дорогу до тѣхъ поръ почти только прозябавшій журналъ Пегги. Артистическая молодежь зачитывалась этими огненными страницами...

Изъ статьи А. Луначарскаго.

Человѣкъ-машина.
Де-Ламетри. Перев. съ франц. со вступит.
статьею и прим. Виктора Кон-
станса. 1911 года.
Ц. 1 р.

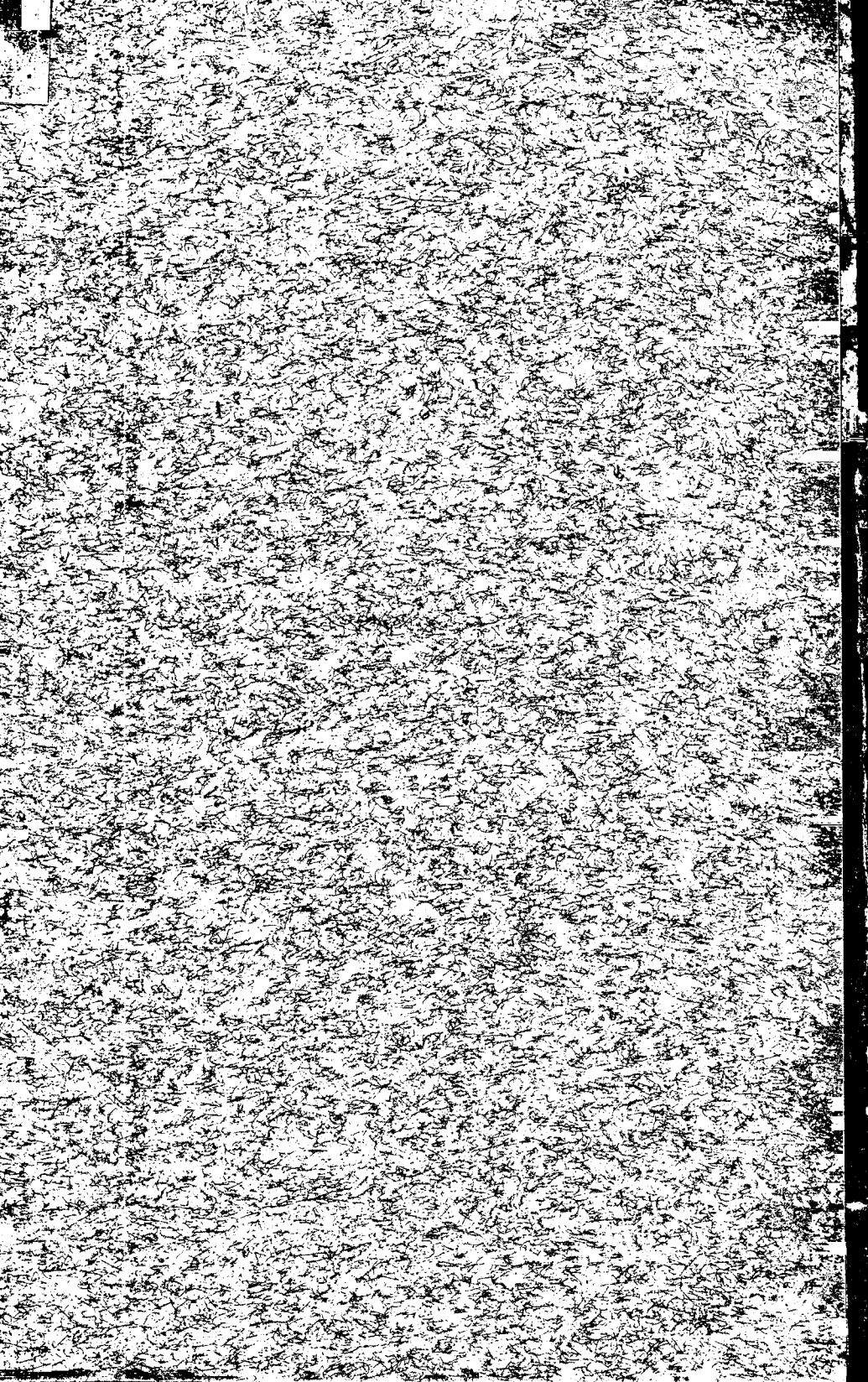
Изъ отзывовъ печати:

— Эта книга Де-Ламетри „Человѣкъ-машина“, заслуживаетъ несомнѣнно вниманія. О матеріалистахъ у насъ вообще очень мало знаютъ, и особенно много предрасудковъ существуетъ насчетъ матеріалистовъ 18 вѣка. Во вступит. статьѣ переводчикъ даетъ обстоятельный очеркъ жизни и ученія Де-Ламетри. Появленіе такихъ книгъ нельзя не привѣтствовать въ наше время богоискательства, богостроительства и прочихъ идеалистическихъ увлеченій.

(„З в ѣ з д а“).

Д. Дидро. **Избранныя сочиненія,**
Ц. 2 руб.

Содержаніе: Мысли по поводу объясненія природы. Философскіе принципы матеріи и движенія. Племянникъ Рамо. Разговоръ Д'Аламбера съ Дидро. Сонъ Д'Аламбера. Разговоръ философа съ супругой маршала д. ***



Цѣна 2 рубля.

ИЗДАНИЯ М. И. СЕМЕНОВА.

А. Бергсонъ Собрание сочинений въ 5 томахъ:

Т. I. Творческая эволюція. 2 р.

Т. II. Непосредственные данныя сознанія. 1 р. 50 к.

Т. III. Матерія и память. 1 р. 50 к.

Т. IV. Философскія статьи и рѣчи. 2 р.

Т. V. Смѣхъ и др. произв. 1 р. 50 к.

Отдѣльныя изданія сочиненій

А. Бергсона:

Воспріятіе измѣнчивости. 50 к.

Психо-физиологическій паралогизмъ. Сновидѣніе. 50 к.

Воспоминаніе настоящаго. 50 к.

Интеллектуальное усиліе. Законъ причинности. 50 к.

Смѣхъ. 75 к.

Де Ламетри. Человѣкъ-машина. 1 р.

Дидро Избранныя философскія сочиненія. 2 р.

А. Богдановъ. Всеобщая организаціонная наука. 2 р.

А. Богдановъ. Философія живого опыта. 2 р.

Лебонъ. Эволюція матеріи.

Изд. 3-ье. 2 р.

Лебонъ. Эволюція силъ. (Печ.)

Гуго де-Фрисъ. Мутаци и періоды мутаций при происхожденіи видовъ. 35 к.

Франсе. Любовь у растений. Съ илл. 60 к.

Франсе. Чувства у растений. Съ илл. 60 к.

Роменъ Роланъ. Жизнь Бетховена. 1 р.

Коллонтай По Рабочей Европѣ. 1 р. 35 к.

Финнъ - Енотаевскій. Современное хозяйство Россіи. 3 р. 50 к.

Е. Сидоренко. Итальянскіе угольщики 19 в. 2 р.

Тотоміанцъ. Сельско-хозяйственная кооперація. 2 р.

Дроздовъ. Заработная плата сел. хоз. рабочихъ въ связи съ аграрнымъ движеніемъ. 50 к.

Складъ изданій при книг-вѣ „ПРОМЕТЕЙ“,
Петербургъ, Поварской, 10.